

# ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 733 2011



Foto: Lars Rytter.

## Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel

Investigation for a Swedish research program on the genus *Populus*

Lars Rytter & Tord Johansson, Almir Karačić och Martin Weih

Medförfattare: Pål Börjesson, Niklas Fogdestam, Mats Hannerz, Pär Ingvarsson, Håkan Rosenqvist och Lars-Göran Stener

Ämnesord: Ekonomi, hybridasp, marknad, miljövärden, odlingsmaterial, odlingssystem, opinion, poppel, *Populus*, sociala värden, utredning.

---

## **SKOGFORSK**

### **– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut**

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

## **FORSKNING OCH UTVECKLING**

### **Två forskningsområden:**

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

## **UPPDRAG**

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

## **KUNSKAPSFÖRMEDLING**

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

# Innehåll

1	Sammanfattning.....	5
2	Summary .....	7
3	Studiens syfte.....	9
4	Arbetets struktur, tillvägagångssätt och författare.....	9
5	Bakgrund.....	10
5.1	Globalt perspektiv .....	10
5.2	Svenskt perspektiv .....	13
6	Odlingsmaterial.....	15
6.1	Inledning.....	15
6.1.1	Biologi och ekologi .....	16
6.1.2	Utbredning och taxonomi.....	17
6.2	Poppelförädling.....	18
6.2.1	Korsningar och korsbarhet.....	18
6.2.2	Förädlingsstrategier.....	18
6.2.3	Användning av molekylär genteknik i poppel .....	19
6.2.4	Poppelförädling internationellt .....	21
6.3	Poppel och hybridasp i Sverige.....	28
6.3.1	Förädling och befintligt material.....	28
6.3.2	Förädling – framtida forskning.....	36
6.3.3	Plantproduktion och olika typer av planteringsmaterial .....	38
6.4	Skador och sjukdomar.....	41
6.4.1	Klimatskador.....	41
6.4.2	Viltskador .....	42
6.4.3	Insektsskador .....	43
6.4.4	Sjukdomar.....	44
6.5	Regler och information om odlingsmaterial .....	44
7	Odlingssystem .....	46
7.1	Inledning.....	46
7.2	Poppel.....	47
7.2.1	Allmänt.....	47
7.2.2	Produktionsresultat vid odling av poppel internationellt och i Norden.....	49
7.2.3	Förutsättningar för poppelproduktion .....	50
7.2.4	Odlingssystem för poppel anpassade till Sverige .....	50
7.2.5	Produktion av poppel för olika ändamål.....	53
7.3	Hybridasp .....	57
7.3.1	Produktionsresultat vid odling av hybridasp internationellt och i Norden.....	58
7.3.2	Odlingssystem för hybridasp anpassade till Sverige .....	59
7.3.3	Produktion av hybridasp för olika ändamål.....	60
8	Marknad och ekonomi.....	63
8.1	Marknader, produkter och användning.....	63
8.1.1	Globalt .....	63
8.1.2	Amerika.....	64
8.1.3	Asien.....	67
8.1.4	Oceanien .....	68

8.1.5	Europa .....	68
8.1.6	De nordiska länderna.....	69
8.2	Regler för odling och marknad .....	71
8.2.1	Nordamerika .....	71
8.2.2	Europa .....	71
8.2.3	Sverige.....	72
8.3	Virkesegenskaper .....	74
8.4	Teknik och teknikutveckling.....	78
8.4.1	Amerika.....	79
8.4.2	Europa .....	79
8.4.3	Sverige.....	80
8.5	Ekonomi – intäkter och kostnader .....	81
8.5.1	Globalt .....	81
8.5.2	Europa .....	82
8.5.3	Sverige.....	85
8.5.4	Priser och prisutveckling.....	87
8.6	Ekonomisk utvärdering av föreslagna odlingssystem .....	88
8.6.1	Beskrivning av kalkylerna.....	88
8.6.2	Maskinsystem.....	89
8.6.3	Bränsleförbrukning .....	90
8.6.4	Ekonomiskt utfall för de olika odlingssystemen .....	90
8.6.5	Slutsatser från kalkylerna.....	92
8.6.6	Fördjupad jämförelse av lönsamhet vid olika markanvändning.....	92
8.7	Energibalanser.....	97
8.7.1	Generella antaganden .....	98
8.7.2	Inventeringsdata .....	98
8.7.3	Beräkningsresultat .....	100
8.7.4	Slutsatser.....	102
9	Miljö och opinion .....	102
9.1	Förväntade effekter av en ökad areal poppel- och hybridaspodlingar på ..... åkermark och skogsmark med hänsyn till flora, fauna, mark och vatten.....	102
9.1.1	Introduktion.....	102
9.1.2	Floristisk mångfald.....	103
9.1.3	Djurliv .....	104
9.1.4	Mark och vatten.....	104
9.1.5	Slutsatser.....	105
9.2	Effekt av poppel- och hybridaspodling på miljökvalitetsmålen .....	107
9.2.1	Introduktion.....	107
9.2.2	Effekter av en ökad areal med poppel och hybridasp på relevanta ..... miljömål .....	107
9.2.3	Motsatsförhållanden mellan olika miljökvalitetsmål.....	110
9.2.4	Slutsatser.....	110
9.3	Effekter på sociala värden av plantering med hybridasp och poppel.....	111
9.3.1	Introduktion.....	111
9.3.2	Tillgänglighet för friluftslivet.....	111
9.3.3	Upplevelser av landskapsbilden .....	112
9.3.4	Effekter på kulturmiljön.....	113
9.3.5	Slutsatser.....	114
9.4	Markägarnas inställning till poppel och hybridasp .....	115
9.4.1	Bakgrund .....	115

9.4.2	Attityder till plantering av poppel och hybridasp från litteraturen.....	116
9.4.3	Faktorer som påverkar attityderna .....	120
9.4.4	Enkät till markägare .....	121
10	Syntes av utredningen.....	123
10.1	Bakgrund och slutsatser .....	123
10.2	Odlingsmaterial .....	124
10.2.1	Kortsiktig förädling.....	124
10.2.2	Långsiktig förädling .....	124
10.2.3	Sjukdomar och skadegörare.....	125
10.2.4	Plantproduktion.....	125
10.2.5	Regelverk och organisation.....	126
10.3	Odlingssystem .....	126
10.3.1	Etablering .....	127
10.3.2	Skötsel.....	127
10.3.3	Virkesanvändning.....	128
10.4	Marknad och ekonomi .....	128
10.4.1	Etableringskostnad och ekonomi .....	128
10.4.2	Teknik .....	129
10.4.3	Marknad.....	129
10.4.4	Odlingsareal.....	129
10.4.5	Energibalanser .....	130
10.5	Miljö, sociala värden och opinion .....	130
10.5.1	Biologisk mångfald, mark och miljö.....	130
10.5.2	Miljökvalitetsmål.....	131
10.5.3	Landskapsbild och friluftsliv .....	131
10.5.4	Opinion.....	131
10.6	Forskningsinsatser under den närmaste framtiden.....	132
11	Erkännanden .....	133
12	Referenser.....	134
13	Muntliga uppgifter.....	148
Bilaga 1 Taxonomi och hybrider inom släktet <i>Populus</i> .....		149
Bilaga 2 Produktionskostnader för åkermarksenergi i SOU 2007:36.....		155
Bilaga 3 Markägares attityder till plantering av poppel, hybridasp och <i>Salix</i> som ..... energigrödor – en enkätundersökning.....		167



# 1 Sammanfattning

Hybridasp och poppel är snabbväxande trädslag som har möjlighet att bidra till att öka tillgången på förnyelsebara råvaror för energiändamål. Den potentiella klimatnyttan omfattar även möjligheterna att substituera fossila bränslen, att binda kol i mark och gröda, samt att lagra kol i träprodukter. Trädslagen har kort omloppstid jämfört med konventionella skogsträd, vilket gör odlingarna mindre känsliga för negativa effekter av hastiga klimatförändringar. Bestånd av poppel och hybridasp utgör, vid sidan av konventionella jordbruksgrödor och skogsträd, också en möjlighet för jordbruk och skogsbruk att sprida risker vid odling.

Avsikten med den här rapporten har varit att utreda möjligheter till storskalig odling av hybridasp och poppel i Sverige. Den lyfter fram de delar av odlingskedjan där vi ser utvecklingsmöjligheter och där det finns problem som behöver lösas. Vi kan konstatera att de insatser som behövs består av en blandning av forskning, utveckling, information och praktiska lösningar. De viktigaste FoU-insatserna listas.

För att FoU-insatserna ska bli effektiva behövs en viss struktur och samordning av insatserna. Intresset för snabbväxande lövträd har ökat, både hos odlare och hos FoU-organisationer. Detta har resulterat i att forsknings- och utvecklingsarbetet ökat inom området. För att effektivisera FoU-insatserna bör vi sträva efter att samordna forskningen inom olika områden för att få maximal utdelning på insatta medel. Ett övergripande forskningsprogram för *Populus* skulle skapa en sammanhållande kraft och på ett naturligt sätt bli en gemensam träffpunkt för verksamheten.

Ett avgörande hinder för att utveckla storskalig odling av *Populus* är brist på rådgivning och att den kunskap som finns inte är lätt tillgänglig. Det bör således avsättas medel för att utveckla kommunikationen mellan forskare, beslutsfattare, konsulter och inte minst markägare. Viktiga instrument i denna satsning är demonstrationsförsök och engagemang från lokala nätverk.

Vi har i utredningen funnit att bl.a. nedanstående FoU-insatser är viktiga för att framgångsrikt utveckla odling av hybridasp och poppel i Sverige:

- Kortsiktig förädling genom selektion och testning av kloner i befintliga svenska och nordeuropeiska försök med syfte att snabbt öka utbudet av kommersiella kloner med genetiska egenskaper som gynnar god avkastning i södra Sverige, samt skapa ett material med hög avkastningspotential i Svealand och Norrland;
- Långsiktig förädling genom uppbyggnad av förädlingspopulationer med bred genetisk bas för olika poppelarter, vilka utgör stommen för framtida förädlingsinsatser;
- Utveckling av kostnadseffektiva föryngringar av *Populus*-odlingar. Detta innefattar att odla fram bra och billiga plantor, att optimera markprepareringen på olika ståndorter, och att utreda behovet av samt utveckla billigare hägn;

- Utveckling av skötselsystem som styr mot olika slutprodukter såsom flis, energived, massaved och timmer. Det är väsentligt att ta reda på systemens optimala rotationsperioder, produktionsnivåer av olika trädfraktioner (stam, grenar, stubbe), samt lönsamhet vid olika räntesatser;
- Studier av de vegetativt föryngrade bestånden i nästa generation, exempelvis produktionsnivåer, skötselmodeller, effekt av avverknings-tidpunkt av föregående generation samt stabilitet;
- Teknisk utveckling för röjning, gallring och skörd av täta och av skottföryngrade bestånd, där även teknik för stubbskörd samt transport av olika sortiment ingår;
- Anpassning av virkesegenskaper för olika ändamål. Arbetet sker såväl inom förädling som skötsel med åtgärder som gallring, stamkvistning etc.;
- Utredning av tillgänglig odlingsareal för *Populus* på jordbruks- respektive skogsmark. Olika krav från olika intresseområden gör att bilden för närvarande är oklar;
- Uppföljning av odlingssystemens potentiella klimatnytta såsom energibalanser, möjlighet till kollagring och substitution av fossila bränslen, samt potentiella miljörisker såsom negativa effekter av storskalig odling på biologisk mångfald och grundvatten;
- Utveckling av beslutsstrukturer hos myndigheter för att i planeringsprocessen implementera befintlig kunskap om hur odlingar av poppel och hybridasp bör utformas och skötas för att maximera de miljövärden som betonas i arbetet med miljö kvalitetsmålen;
- Undersökningar av allmänhetens uppfattning och sociala aspekter av snabbväxande poppel- och hybridaspodlingar, som bör föregå en storskalig plantering.

I eventuellt kommande forskningsinsatser om släktet *Populus* bör de universitet, högskolor och institut ingå som har relevant kompetens för de olika frågeställningarna. Vi ser också gärna ett deltagande av olika organisationer inom jord- och skogsbruk och även att olika myndigheter bidrar med sin kompetens inom området.

Avslutningsvis föreslås ett inledande ”forskningspaket” med syfte att snabbt kunna öka arealen för *Populus*-odlingar så att dessa på ett betydelsefullt sätt kan börja bidra till landets energiförsörjning och ökad virkestillgång. Paketet innehåller klontester, plant- och föryngringsforskning, utveckling av skötselmodeller, miljöeffekter av storskalig odling och en ständigt pågående kommunikationsinsats till markägare, myndigheter och allmänhet. I ett initialt skede anser vi också att en satsning på *Populus* bör innefatta både hybridasp och poppel.



## 2 Summary

Hybrid aspen and poplar are fast-growing trees with the possibility to contribute with biomass to an increased availability of renewable resources for energy use. The potential climate benefits of these species include substitution of fossil fuels, sequestration of carbon to soil and in crop, and storage of carbon in wood products. The short rotation periods of the crop, compared to conventional forest trees, also imply reduced sensibility of the plantations for the negative effects of rapid climate change. Plantations of hybrid aspen and poplar, along with conventional agricultural crops and forest trees, also offer a possibility for agriculture and forestry to spread the risks of the enterprise over a greater diversity of crop types.

This report aims at analyzing the possibilities for a future large-scale cultivation of hybrid aspen and/or poplar in Sweden. Components of the cultivation chain for which we can see a positive development are highlighted, but also the problems that must be solved. We conclude that necessary efforts involve a mixture of scientific research, development, information and solutions for practical implementation. The most important R&D efforts in the different sections are listed and commented.

The R&D efforts require structuring and coordination to become effective. The interest for fast-growing hardwood trees has clearly increased, both among farmers and forest owners, and in the R&D sector. This has resulted in expanded R&D activities within this field. Efficient R&D demands effective coordination in order to maximize the result in comparison to invested financial resources. A coordinated research program for *Populus* would constitute an integrating force and a joint meeting point for various relevant R&D activities.

An important obstacle for the development of large-scale cultivation of *Populus* is the lack of access to available information and scientific knowledge. Thus, more resources need to be directed to the communication of recommendations and scientific knowledge in a support program. Important tools in such an effort are demonstration plots and local networks between scientific and public communities.

In this investigation we suggest the following R&D efforts to be important for a successful development of hybrid aspen and poplar cultivation in Sweden:

- Short-term breeding by selection and testing of material from Swedish and north European trials, with the objective to increase the selection of commercial clones with high growth performance under the conditions in southern Sweden, and to generate high-performing material that is adapted to the conditions in central and northern Sweden;
- Long-term breeding of *Populus* for Swedish climate conditions by collection of new material and new crossings from a broad genetic basis. This work should cover the whole country and include resistance testing against the most severe diseases;

- Development of cost-effective regeneration methods for *Populus* cultivations. The work includes production of high-quality and cheap plants, optimization of soil preparation on different site types, and investigation of fencing requirements as well as development of cheaper fencing;
- Development of cultivation systems aiming at different end products such as chips, energy wood, pulpwood and saw logs. It is important to investigate the optimum rotation periods for the different systems, their productivity of different tree fractions (stem, branches, stump), and profitability at different rates of interest;
- Studies of naturally regenerated stands, e.g. productivity, management, effect of harvest date on sprouting and suckering, and stability of the new shoots;
- Technical development of thinning and harvest of dense and sprout-originated stands, including techniques for stump harvest and transport of different assortments;
- Adjustment of wood characteristics for different purposes. This work needs to be done in both breeding and silviculture, the latter with measures like thinning and pruning;
- Investigation of available cultivation areas for *Populus* on agriculture and forest land. Requirements of available areas for uses other than wood production complicate the situation;
- Follow-up of the potential climate benefit of the cultivation systems such as energy balances, possibilities for carbon sequestration and substitution of fossil fuels, but also environmental risks such as negative effects of large-scale plantations on biodiversity and groundwater;
- Development of decision tools for authorities to implement into planning the available knowledge on the desirable shape and management of plantations for maximizing environmental qualities as expressed in the Swedish environmental objectives;
- Investigations of public attitudes and social aspects associated with plantations of poplar and hybrid aspen, which should precede any large scale cultivation of these trees.

In the future, coordinated research efforts on the genus *Populus* should be carried out jointly by the universities, high schools and institutes with relevant competence for the various research tasks. We also would like to see participation from different agriculture and forestry organizations, as well as input from relevant authorities.

Finally, we suggest an introductory research package aiming at increasing the cultivated area of *Populus* stands in the nearest future, so they can start contribute significantly to the Swedish energy supply and to increased wood access. The package contains clone tests, plant- and regeneration research, development of management models, environmental effects of a large-scale cultivation, and a constantly ongoing communication achievement to landowners, authorities and the public. We also recommend that initial

research investments on the genus *Populus* are directed to both hybrid aspen and poplar.

### 3 Studiens syfte

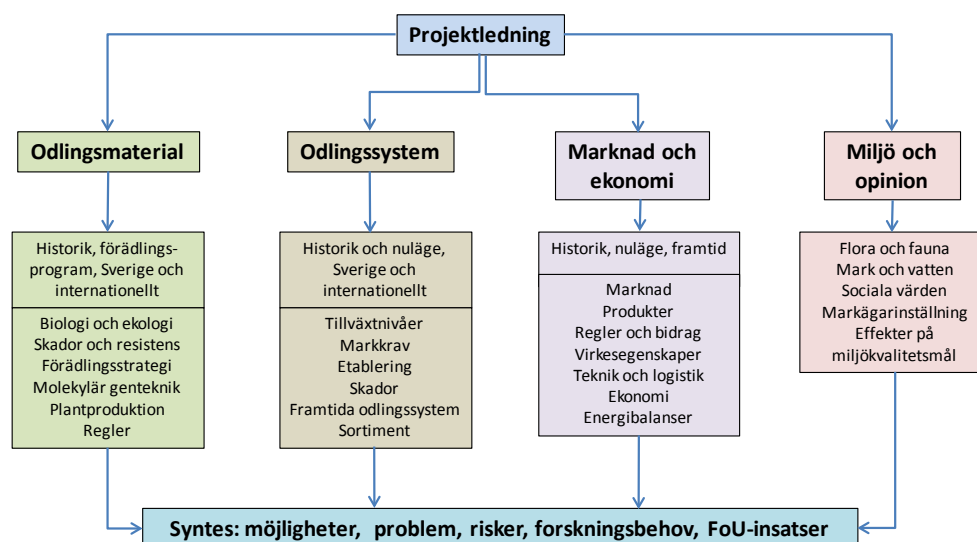
Huvudsyftet med den orienterande studien har varit att ge ett underlag till Energimyndigheten inför ett eventuellt beslut om satsning på ett långsiktigt nationellt forskningsprogram för poppel, vilket innefattar såväl poppel (rena arter och arthybrider) som hybridasp. Studien har undersökt möjligheterna för en lönsam och storskalig poppelodling i Sverige med tyngdpunkt på energi-relevans och marknadsmöjligheter, samt pekar ut de forsknings-, utvecklings- och informationsinsatser som krävs för att denna odling ska kunna komma till stånd. Det innefattar bl.a. hur grot, röjningsvirke och energived kan tas ut och hur det kan användas för olika bränslen. För att skapa ett bra underlag för en eventuell satsning på poppel krävs en analys av odlingssystemens olika delar, vilket gjort att vi involverat extern spetskompetens inom olika områden. Vi har också inhämtat kunskap från andra poppelodlande länder och resultat från de senaste inhemska utredningarna.

### 4 Arbetets struktur, tillvägagångssätt och författare

Den orienterande studien har haft en verksamhetsledning bestående av Tord Johansson, Almir Karačić, Lars Rytter (koordinator) och Martin Weih. Arbetet har varit uppdelat i fyra delområden med tydlig karaktär som också redovisas i separata kapitel. Delområdena har dock stor överlappning, vilket framgår av rapporten. Resultaten från de olika delområdena har sedan utgjort basen för syntesavsnittet som är en gränsöverskridande analys av förutsättningar och möjligheter för poppel- och hybridaspodling. Inom de olika delområdena samt i syntesdelen har olika kvalificerade experter deltagit enligt redovisning i respektive delområde och avsnittet Erkännanden. Avslutningsvis har forskningsbehovet inom ett eventuellt forskningsprogram påvisats och strukturerats. Strukturen för den redovisade studien framgår av Figur 4.1.

Författarna har gemensamt skrivit kapitlen 1–5 och 10–12. Kapitel 6 *Odlingsmaterial* har till övervägande del författats av Almir Karačić där Lars-Göran Stener (Skogforsk) bidragit till avsnittet *Poppel och hybridasp i Sverige* (6.3), och Pär Ingvarsson (Umeå Plant Science Center) har skrivit avsnittet *Användning av molekylär genteknik i poppel* (6.2.3). Kapitel 7 *Odlingssystem* har författats av Tord Johansson och kapitel 8 *Marknad och ekonomi* har huvudsakligen skrivits av Lars Rytter. Avsnittet *Ekonomisk utvärdering av föreslagna odlingssystem* (8.6) har skrivits och beräknats av Niklas Fogdestam (Skogforsk) och Håkan Rosenqvist (konsult). Avsnittet *Energibalanser* (8.7) har författats av Pål Börjesson (Lunds Tekniska Högskola). Kapitel 9 *Miljö och opinion* har huvudsakligen skrivits av Martin Weih. Avsnitten *Effekter på sociala värden av plantering med hybridasp och poppel* (9.3) och *Markägarnas inställning till poppel och hybridasp* (9.4) har författats av Mats Hannerz (Silvinformation).

En referensgrupp tillsattes vid projektstarten och har haft i uppgift att ge råd och övervaka projektarbetet.



Figur 4.1.  
Struktur på Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel.

## 5 Bakgrund

### 5.1 GLOBALT PERSPEKTIV

Popplar och aspar (*Populus* L.) växer naturligt på olika typer av växtplatser från boreala till subtropiska områden (Zsuffa m.fl., 1996). Poppel har använts av människan under lång tid. De växer snabbt, är i allmänhet lätta att föröka och etablera, och kan växa på många olika marktyper på skogsmark och jordbruksmark. De är en källa till allehanda träprodukter, särskilt inom den tempererade zonen. Popplar är också betydelsefulla i miljöarbetet då de bl.a. används för att förhindra erosion, rena kontaminerat grundvatten och förbättra kolbalansen i atmosfären. Dessa snabbväxande träd kan också bidra till biodiversitet och berika landskapet på olika sätt.

I början på 1900-talet hade poppelodlingar spridit sig fritt och oordnat i Europa med stöd från industrin. Röster började höjas i protest mot den oordning som förekom och den effekt detta förde med sig. Kunskap hos växtodlare och plantskolor ignorerades och förödande härjningar av insekter och sjukdomar förekom ofta och utbredd. Forskare började intressera sig för poppel och asp. Föregångare i olika länder var: Frankrike – Dode (1905), England – Henry (1914), Italien – Jacometti (1933), Tyskland – Von Wettstein (1933), USA – Schreiner & Stout (1934), Kanada – Heimbürger (1936), Nederländerna – Houtzagers (1937), Sverige – Johnson (1947). År 1947 fanns ett tillräckligt stort intresse och samlat behov av forskning och utveckling varför International Poplar Commission (IPC) grundades som en operativ underenhet i FAO. Organisationens arbete har haft stor betydelse för utvecklingen av odling och användning av släktena *Populus* och *Salix*. Man har t.ex. upprättat ett register över olika länders registrerade sorter. Sedermera har andra organisationer såsom International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) och International Energy Agency (IEA) bidragit till att utveckla och koordinera forskning och utveckling av poppel och asp.

År 2008 hölls i Beijing, China, den 23:e konferensen i regi av Internationella Poppelkommissionen (IPC). De slutsatser som drogs från de olika medlemsländernas rapporter till mötet kan globalt sammanfattas enligt följande (Anon., 2008).

Poppelodlingar är väl etablerade som en kommersiell verksamhet i många länder. De har funnits under lång tid och verksamheten tycks öka överlag. Nationella policys är överlag positiva till odling och användning av *Populus* och *Salix* och odlingarna ses i många fall som en integrerad del av verksamheten i landskapet. I många länder krävs såväl organisatoriska som tekniska framsteg för att expandera och effektivisera odlingarna. Insekter och andra skador utgör hot mot vitalitet, tillväxt och virkeskvalitet. Förädling och genmodifiering av popplar bedrivs aktivt i såväl i- som u-länder. Poppelvirket används till många olika ändamål såsom biomassa, fiberprodukter och solida virkesprodukter. Användningen som en förnybar energikälla ökar snabbt i åtskilliga länder. Det finns också ett stort intresse inför möjligheterna till kolinlagring med poppel- och *Salix*-arter, liksom möjligheterna att använda trädslagen som filter på kontaminerade marker. Skogscertifiering har applicerats på poppelodling i vissa länder för att styra mot social, miljömässig och ekonomisk uthållighet. Slutligen konstateras att forskningen varit mycket aktiv men att finansiering varit en begränsning i de flesta länder.

Från de uppgifter som lämnats från medlemsländerna kan omfattningen av *Populus*- och *Salix*-odlingar sammanfattas i tabell 5.1. Totalt finns det globalt 79,1 miljoner ha skog av poppel och *Salix*, varav 53 miljoner ha räknas som produktiv skog. Av den produktiva skogen är 48 miljoner ha naturliga poppel- och aspskogar. Släktet *Populus* dominerar kraftigt över släktet *Salix*. Arealen skyddad skog var år 2007 drygt 21 miljoner ha, vilket är 27 % av den totala arealen. Plantageskogarnas areal uppgick till 5,4 miljoner ha. Utvecklingen sedan år 2004 visar på en ökning av arealerna för poppel medan *Salix*-arealerna har minskat något. År 2004 var den totala arealen av *Populus*- och *Salix*-bestånd 76,6 miljoner ha, d.v.s. 97 % av 2007 års areal.

Naturliga *Populus*-skogar dominerar således (Anon., 2008) och påträffas med stora arealer i Kanada (28,3 miljoner ha), Ryssland (21,5 miljoner ha), USA (17,7 miljoner ha) och Kina (3 miljoner ha). Stora arealer med poppelplantager återfinns framför allt i Kina (4,3 miljoner ha), men även i Frankrike (236 000 ha), Turkiet (125 000 ha), Italien (118 500 ha), Tyskland (100 000 ha) och Spanien (98 500 ha) finns betydande arealer.

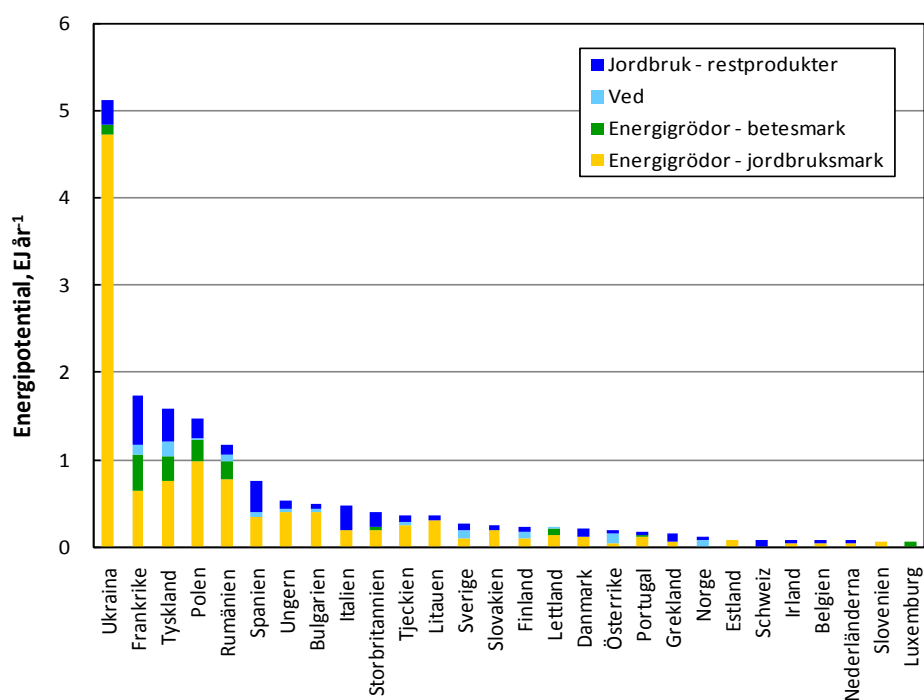
De Wit och Faaij (2010) beräknade den framtida potentialen för biomassa i ett europeiskt perspektiv (EU27 + Ukraina). Slutsatsen blev att 360 000–660 000 km<sup>2</sup> jordbruksmark, som betraktas som överskottsmark, skulle kunna vara tillgängligt för biomassaproduktion år 2030. Gräs- och betesmark skulle kunna tillföra ytterligare 50 000–240 000 km<sup>2</sup>. Räknat på energibasis och med olika grödor skulle energitillförseln bli 1,7–12,2 EJ år<sup>-1</sup> på åkermark och 1,6–3,6 EJ år<sup>-1</sup> på betesmark (1 EJ motsvarar 277,8 TWh). Om siffrorna baserades på vedartade grödor såsom poppel och *Salix* blev tillförseln 9,5 EJ år<sup>-1</sup> på åkermark och 3,3 EJ år<sup>-1</sup> på betesmark. Dessutom tillkom restprodukter från jordbruket på 3,1–3,9 EJ år<sup>-1</sup> och restprodukter från skogsbruket på 1,4–5,4 EJ år<sup>-1</sup>. Potentialen varierar kraftigt mellan de europeiska länderna (Figur 5.1). Ukraina har den absolut största potentialen att producera energigrödor, framför allt på

åkermark. Frankrike, Tyskland, Polen och Rumänien är andra länder med stor potential. Sverige intar en blygsam 13:e plats. Beräkningarna av De Wit och Faaij (2010) inkluderar dock inte möjligheten att odla energigrödor på skogsmark. Det skulle innebära att länder såsom Sverige och Finland uppvisar en helt annan potential som energileverantörer.

Tabell 5.1.

Globala arealer, uttryckt i 1 000-tals hektar, av *Populus* och *Salix* år 2007 fördelat på olika skogskategorier (från Anon., 2008).

Kategori	Genus	Produktiv skog	Skyddad skog	Annan skog	Total areal
Agroforestry & träd på annan mark	<i>Populus</i>	836,1	1 660,4	125,8	2 622,3
	<i>Salix</i>	0,3	3,9	0,0	4,2
	Blandat P+S	0,1	3,8	0,1	4,1
Naturliga skogar	<i>Populus</i>	47 973,6	18 221,3	4 402,6	70 597,5
	<i>Salix</i>	201,8	240,9	1,3	443,9
	Blandat P+S	12,7	25,1	0,6	38,4
Plantageskog	<i>Populus</i>	3 867,1	1 165,8	222,1	5 255,1
	<i>Salix</i>	106,5	25,6	1,4	133,4
	Blandat P+S	2,5	1,7	0,0	4,2
TOTALT		53 000,6	21 348,5	4 753,9	79 103,1



Figur 5.1.

Landsspecifik potential att leverera energi via energigrödor år 2030. Från De Wit och Faaij (2010).

## 5.2 SVENSKT PERSPEKTIV

Odling av snabbväxande vedartade grödor med energiperspektiv domineras i Sverige i dag arealmässigt av *Salix* med ca 13 000 ha. Arealerna med poppel och hybridasp uppskattas till drygt 2 000 ha och har ökat avsevärt under senare år (se nedan). I detta sammanhang ska det också påpekas att den vanliga aspen, *P. tremula*, uppvisar ett virkesförråd på 44,2 miljoner m<sup>3</sup>sk, vilket är 1,5 % av Sveriges totala virkesförråd (Skogsstyrelsen, 2009a).

En storskalig odling innebär odling på en arealstorlek som tillåter olika aktörer att ha en lönsam rationell verksamhet av *Populus*-arter men också att odlingarna blir en signifikant del av framför allt energimarknaden. Om vi t.ex. antar att biomassaavgiften från hybridasp och poppel ska motsvara 10 % av dagens uttag av grot och skogsflis krävs 0,84 TWh (Skogsstyrelsen, 2009a). Det innebär att det skulle behövas 20 000–25 000 ha *Populus*-odlingar med bioenergiinriktning. En annan variant kan vara att försörja en industri, typ plywood-fabrik. Detta kräver årliga virkesvolymerna på i storleksordningen 50 000 m<sup>3</sup>fub för att kunna få tillräcklig råvara med nödvändig kvalitet. Krav på markareal hamnar då på drygt 50 000 ha. För att det ska vara ekonomiskt intressant för en plantskola att handha ett *Populus*-sortiment krävs i första hand att efterfrågan ligger på en jämn stabil nivå och att beställning av plantmaterial sker i god tid. Ovanstående arealer skulle göra att plantskolorna förblir intresserade av *Populus* men att det också blir ett ekonomiskt viktigt sortiment i utbudet.

Enligt utredningar som nyligen utförts (Anon., 2006; Larsson m.fl., 2009) bedöms i storleksordningen 300 000–500 000 ha jordbruksmark finnas tillgänglig för annan typ av odling. Larsson m.fl. använder vidare 3,5 miljoner ha skogsmark för att uppskatta tillväxtökningen vid intensiv skogsodling. Enligt tillgänglig skoglig statistik (Skogsstyrelsen, 2009a) finns drygt 2,5 miljoner ha skogsmark som har ett ståndortsindex på G30 eller högre, vilket teoretiskt sett är lämplig mark för snabbväxande trädslag, t.ex. *Populus*. Som synes innebär en storskalig odling av *Populus* att bara en mindre del av den angivna potentialen behöver användas, vilket i sin tur gör att negativa effekter på andra värden såsom biologisk mångfald och friluftsliv bör kunna undvikas. Dessutom kan t.ex. en del misslyckade granplanteringar på tidigare jordbruksmark behöva ersättas, vilket får få negativa konsekvenser för produktion och andra värden.

Kravet på användning av förnyelsebara energikällor ökar alltmer och de nya kraven från EU säger bland annat att andelen förnybar energi ska motsvara 20 % av all energianvändning i EU år 2020. Sverige har ett bra utgångsläge med hög andel förnyelsebara källor, 44 % (Energimyndigheten, 2009a), och stora möjligheter att ytterligare höja andelen. EU har gett oss ett beting att nå 49 %, vilket nationellt höjts till 50 %. Regeringens mål (Regeringskansliet, 2009) är 1) att minska klimatutsläppen med 40 %, 2) att effektivisera energianvändningen med 20 %, och 3) att transportsektorn använder minst 10 % förnybar energi. En av de energikällor som vi sätter stora förhoppningar till, och som redan i dag är betydande, är biomassa från vedartade växter. Oljekommissionen (Anon., 2006) pekade ut riktlinjer för att reducera landets oljeberoende och en av strategierna som lades fram var en satsning på skogs- och åkerbränslen. Nyligen presenterades en utredning, beställd av Jordbruksdepartementet, över möjligheterna till intensivodling av skog på nedlagd jordbruksmark och mark som saknar höga naturvärden i Sverige, den s.k.

MINT-utredningen (Larsson m.fl., 2009). Slutsatsen i utredningen är att skogsodling i framtiden kraftigt kan bidra med bioråvara för olika ändamål. Intresset för att öka produktionen av biomassa på ett miljövänligt sätt är sålunda stort i landet.

Den forskning som bedrivits om högproducerande grödor har visat att arter inom släktena *Salix* och *Populus* är högtintressanta kandidater för produktionsinriktade odlingssystem. För *Salix* pågår sedan lång tid tillbaka ett forskningsprogram med huvudsaklig finansiering från Energimyndigheten. För släktet *Populus*, d.v.s. aspar och popplar, har forskningen inom landet hittills bedrivits i enskilda projekt med begränsad varaktighet. Resultaten till dags dato tyder emellertid på att hybridasp (korsningen mellan europeisk och amerikansk asp) och popplar har mycket hög tillväxt och att de lämpar sig för odlingssystem med inriktning på biomassaproduktion. Hybridasp och poppel skiljer sig också från *Salix* då de är trädformade, vilket medger avsättning till fler användningsområden. De nya regler som föreslår att hybridasp och poppel är godkända energigrödor vid odling på jordbruksmark om de odlas med omloppstider (skördeintervall) på maximalt 20 år, gör dem än mer intressanta.

Arealerna med hybridasp- och poppelodlingar är i dag begränsade i Sverige. I mitten av 00-talet var de ca 400 ha enligt Verwijst (2006). Författaren drog slutsatsen att det är bristen på lämplig kunskapsförmedling och rådgivning som är de faktorer som håller tillbaka en arealökning och inte teknik eller marknad. Sedan 2007 har ansökningar om medel för plantering av poppel och hybridasp på jordbruksmark i Sverige omfattat totalt 274 ha, varav 213 ha hittills beviljats och kommit till stånd (Karin Hjerpe, pers. komm., mars 2010). De fördelas med 91 ha på hybridasp och 122 ha på poppel. De ansökningar som kommit till Skogsstyrelsen för bidrag på skogsmark efter stormen Gudrun uppgår till drygt 900 ha för hybridasp och ca 200 ha för poppel (Jonas Bergquist, pers. komm.). Det betyder att det under senare år har anlagts uppemot 1 500 ha med hybridasp och poppel och att den totala arealen för närvarande sannolikt ligger en bit över 2 000 ha. Detta är kraftig ökning av arealen men den är samtidigt fortfarande blygsam.

Vid en nyligen gjord sammanställning av tillgängligt plantmaterial inför säsongen 2011 (Mats Hannerz, muntlig kommunikation) framkom att tillgången på hybridasp är ca 540 000–750 000 plantor och för poppel 230 000–340 000. Vid ett kvadratförband på 3 m betyder det att ca 700 till 1 000 ha kan anläggas med hybridasp och poppel under 2011.

Kunskapen om odling av poppel och hybridasp i Sverige är emellertid bristfälligt, inte minst ur en praktisk ekonomisk synvinkel, och förutsättningarna för odling av dessa trädslag behöver redas ut bättre.



## 6 Odlingsmaterial

### 6.1 INLEDNING

Poppelodling är typexempel på ett klonskogsbruk. Världens ca 5,3 miljoner hektar poppelodlingar (Anon., 2008) är nästan uteslutande etablerade i form av plantager bestående av en eller ett fåtal blockvis arrangerade kloner. Innan uppkomsten av industriella poppelodlingar i Europa i början av 1900-talet planterades enskilda poppelkloner längs flodstränder och diken, som vindskydd eller som allé- och parkträd i byar och i större samhällen. Det är den snabba tillväxten och möjligheten till vegetativ förökning som har gjort poppel till ett populärt inslag kring bebyggelser (Li, 1996). Dessa två egenskaper kompletteras av poppelsläktens förmåga att bilda hybrider genom artkorsningar. I regel har hybriderna en snabbare tillväxt än föräldraträden och är ofta fertila. Detta skapar ytterligare möjligheter, inte minst när man vill ta fram ett odlingsmaterial som skall anpassas till klimatförhållanden utanför föräldrarnas naturliga utbredningsområde.

Spontant uppkomna hybrider mellan den amerikanska *P. deltoides* och den europeiska *P. nigra* användes vid etableringen av de första kommersiella poppelodlingarna. Redan 1929 startade det första förädlingsprogrammet i Italien och åtföljdes snart av förädlingsprojekt i flera andra länder, bl.a. i Sverige och i USA. Sedan dess har poppelförädling bedrivits kontinuerligt i länder där poppelodling har relativt stor betydelse som producent av träd-råvara, främst i Italien, Frankrike och Belgien. Under senare tid har arbetet med poppelförädling intensifierats. Till stor del drivs utvecklingen av en ökad användning av biomassa för energiändamål. En viktig roll spelar också den bioteknologiska forskningen där poppel används som modellträd (Tuskan m.fl., 2006).

Hittills har förädlingsarbetet resulterat i registrering av flera hundra kommersiella poppelkloner. De är ett resultat av ett omfattande och kostsamt förädlingsarbete. Trots detta är det ganska vanligt att merparten av ett lands poppelodlingar baseras på ett fåtal kloner. Därför har man i ett antal europeiska länder på senare år gjort ansträngningar för att diversifiera förädlingspopulationerna och utöka antalet kloner som används kommersiellt.

De bästa sorterna får ofta en regional och i vissa fall även global spridning. Spridning av odlingsmaterialet har också lett till en global spridning av poppelsjukdomar, särskilt innan restriktioner för import av växtmaterial från Nordamerika infördes. Behovet av internationellt samarbete ledde till att man redan 1947 grundade den Internationella Poppelkommissionen (International Poplar Commission, IPC). IPC:s arbete bedrivs bl.a. genom ett antal arbetsgrupper. Från början samarbetade poppelförädlare i anslutning till arbetsgruppen för poppelsjukdomar för att sedan 1971 koordinera samarbetet inom en egen arbetsgrupp för genetik, skydd och förbättring av släktena *Populus* och *Salix* (*Poplar and Willow Genetics, Conservation and Improvement*, tidigare *Poplar and Willow Breeding and Selection*). IPC har bl.a. haft en viktig roll i samordning av arbetet med att upprätta ett poppelregister med gemensamma regler för poppelnomenklatur och sortbeskrivning (Viart & Fugalli, 1998).

I Sverige har arbetet inriktats främst mot förädling av hybridasp och man har arbetat mer sporadiskt med övrig poppel. Med ett ökat intresse och med större arealer är det viktigt att höja odlingssäkerheten i poppelodlingar. Bristen på ett

klimateanpassat odlingsmaterial innebär ett allvarligt hinder i utvecklingen av ett odlingssystem med poppel på svensk skogs- och jordbruksmark. Ett viktigt mål för delområdet odlingsmaterial är att sammanställa befintliga kunskaper om odlingsmaterialets potential både för FoU och för kommersiell verksamhet. Resonemang baseras på erfarenheter av poppelförädling från hela världen samtidigt som vi har blicken riktad mot de utmaningar som poppelodlingen kan komma att möta på svensk mark.

### 6.1.1 Biologi och ekologi

Popplar är vindpollinerade dioika träd vars blomställningar öppnas under april–maj, strax före bladknoppssprickningen. I Sverige inträffar frö-spridningen vanligtvis under juni månad. Poppelfrön är grobara endast under ett par veckor. En viktig egenskap hos popplarna är deras förmåga att korsas med närbesläktade arter. Dessa korsningar uppträder naturligt i överlappande utbredningsområden där man ofta kan hitta många varianter mellan två arter (Farmer, 1996).

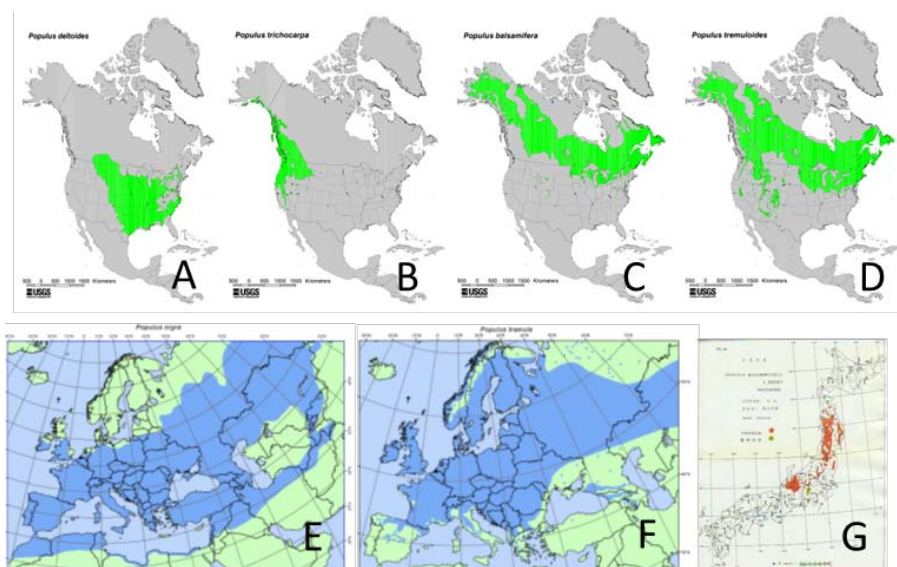
Popplar är pionjärträd med en ekologiskt viktig förmåga till vegetativ förökning via stubb- och rotskott. Denna förmåga minskar ofta med stigande ålder men skillnaderna är stora mellan olika taxonomiska grupper och även mellan individer inom samma art. Utifrån ekologisk nisch och vegetativ förökningsförmåga kan man särskilja två huvudgrupper, nämligen aspar (sektion *Populus*) och övriga popplar (bl.a. sektionerna *Aigeiros* och *Tacamahaca*, bilaga 1a). I Bilaga 1 presenteras de olika *Populus*-arterna samt viktigare hybrider. Asparna är anpassade till kolonisering av torrare högländsmiljöer genom sin förmåga att bilda rotskott från ytligt belagda rötter, oftast i samband med att äldre träd dör eller avverkas, vilket kan utnyttjas vid bestånds-förnyring. Rotskottsbildningen hos de övriga popplarna är inte lika uttalad, däremot är stubbskott rikligt förekommande, även här med en viss variation mellan olika arter och individer. *Aigeiros*- och *Tacamahaca*-popplar koloniserar i första hand sedimentavlagringar i anslutning till stora flodsystem och har förmåga att bilda rötter och skjuta skott från vedartade sticklingar. Detta är en egenskap som är helt avgörande för att poppel överhuvudtaget ska odlas i den omfattning den gör i dag. Asparna å andra sidan, saknar denna förmåga, vilket begränsar deras användning eftersom plantproduktionen blir mer komplicerad och därmed dyrare (Braatne m.fl., 1996).

Både aspar och popplar trivs bäst på djupa och bördiga alluviala avlagringar med god vattentillgång och syresättning. De bästa förhållandena för poppel i Sverige finns på jordbruksmark med pH mellan 5,5 och 7,5. Man bör undvika att plantera poppel på styv lera då etableringsfasen kan bli långsam då rot-utvecklingen hämmas. Rena torvmarker bör också undvikas. Poppel kan även växa bra på marker med hög andel organiskt material, t.ex. gamla betesmarker. På sådana marker kan etableringsfasen vara problematisk p.g.a. ogräs och därmed ökad risk för sorkskador.

### 6.1.2 Utbredning och taxonomi

Popplar växer naturligt i hela norra hemisfären, från tropikerna till trädgränsen i norr. Arter som europeisk och amerikansk asp (*P. tremula* och *P. tremuloides*) täcker hela kontinenter och tillhör de mest utbredda trädslagen i världen medan andra popplar kan ha mer eller mindre begränsad utbredning (Figur 6.1).

Släktet *Populus* indelas i sex sektioner som sammanlagt innehåller drygt 30 arter (Dickmann & Kuzovkina, 2008). Endast sektionerna *Aigeiros*, *Tacamahaca* och *Populus* innehåller arter av kommersiellt intresse. De två kommersiellt viktigaste arterna är den nordamerikanska och den europeiska svartpoppeln (*P. deltoides* och *P. nigra*) tillhörande sektionen *Aigeiros*. Båda arterna odlas kommersiellt över stora arealer i hela världen. Odlingarna etableras oftast med hybrider mellan dessa två arter (*P. ×canadensis*, syn. *P. ×euroamericana*) men också kloner av de båda rena arterna förekommer (Bilaga 1b). Flera *Tacamahaca*-popplar som är av intresse för användning i Sverige har utbredning i Centralasien och Kina. Den amerikanska jättepoppeln, *P. trichocarpa*, och den japanska *P. maximowiczii* har hittills använts inom olika förädlingsprogram, främst som korsningar sinsemellan samt i korsningar med *Aigeiros*-popplar. Båda dessa arter bedöms ha stor potential för odling under svenska förhållanden. Inom sektionen *Populus* finns förutom asparna (*P. tremula* och *P. tremuloides*) också vitpoppel (*P. alba*) som till skillnad från asparna kan förökas med sticklingar. Hittills har korsningar med vitpoppel inte provats i Sverige. Eftersom den i överlappande områden bildar produktiva korsningar (*P. ×canescens*) med den europeiska aspen, skulle den kunna vara av intresse för svenska förädlingsprogram. Hybrid Aspen är en korsning mellan den europeiska och den nordamerikanska aspen. Den har förädlats främst i Sverige, Finland och Tyskland och har stor potential för användning på såväl jordbruksmark som bördig skogsmark. I likhet med båda föräldraarterna bildar hybrid Aspen ett tätt uppslag av rotskott efter att det gamla beståndet avverkats, vilket utnyttjas vid etableringen av ett nytt bestånd.



Figur 6.1.

Naturlig utbredning av några *Populus*-arter av intresse för odling i Sverige: A) *P. deltoides*, B) *P. trichocarpa*, C) *P. balsamifera*, D) *P. tremuloides*, E) *P. nigra*, F) *P. tremula* och G) *P. maximowiczii*.

## 6.2 POPPELFÖRÄDLING

### 6.2.1 Korsningar och korsbarhet

Artificiella poppelhybrider står för merparten av de kommersiella poppelodlingarna. Hybridisering sker relativt obehindrat mellan arter inom en och samma sektion. Inom *Aigeiros* görs dock korsningar problemfritt endast då *P. deltoides* används som moderträd (Stettler m.fl., 1996). Korsningar mellan *Aigeiros* och *Tacamahaca* är också lätta att åstadkomma under förutsättning att *Aigeiros*-popplar används som mödrar.

Poppelhybrider har i regel en snabbare tillväxt jämfört med föräldrarna. Franska forskare har uppmätt denna hybridiseringseffekt (s.k. heterosis) hos *P. deltoides* × *trichocarpa* till 45 % för höjd- och 60 % för diametertillväxt (Bastien, 2009). Samtidigt uppvisar dessa hybrider upp till 35 % sämre resistens mot bladrost (*Melampsora*). Liknande förhållanden mellan tillväxt och sjukdomsresistens har också konstaterats för *P. ×canadensis*. En annan viktig karaktär hos dessa korsningar är den stora variationen inom familjer (avkomman från två föräldrar). Det skall noteras att en stor genetisk variation är en förutsättning för att göra stora framsteg vid den praktiska förädlingen.

### 6.2.2 Förädlingsstrategier

Poppelförädling liksom annan skogsträdförädling kan delas in i tre komponenter: långsiktig förädling, kortsiktig förädling och stödjande forskning (Eriksson m.fl., 1984).

Långsiktig förädling innebär ett kontinuerligt arbete över flera generationer med syfte att via korsning, testning och selektion förbättra vissa egenskaper samtidigt som en stor genetisk variation bibehålls. Om den genetiska variationen minskar, reduceras också den vinst som kan erhållas med förädlingen. Dessutom ökar risken för att förlora värdefulla genvarianter, vilket minskar framtida handlingsfrihet.

Kortsiktig förädling utförs på samma sätt som den långsiktiga men är begränsad till några få generationer och ofta med inriktning mot specifika egenskaper. Denna strategi innebär ett snävare urval av individer, vilket leder till större förädlingsvinster men en minskad genetisk variation.

Stödjande forskning inkluderar allt teoretiskt och tekniskt arbete inom en rad områden som kan relateras till skogsträdförädling. Under de senaste två årtionden har stora framsteg gjorts inom molekylär genteknik, inte minst i arbetet med kartläggning av ärftligheten för olika egenskaper och bevarande av genetiska resurser.

Hur ett poppelförädlingsprogram ska utformas påverkas av många faktorer, t.ex. tillgången till naturliga poppelbestånd, odlingssystemets ekonomiska betydelse i landet, dess ändamål osv. Enligt Riemenschneider m.fl., (2001) och Stanton (2009) förlitar sig i praktiken de flesta förädlingsprogram på urval av högt rankade genotyper från upprepade korsningar mellan tillgängliga förädlingspopulationer utan ansats att parallellt utveckla en ny generation av lämpliga föräldrar. Denna strategi betecknas som ”non-recurrent  $F_1$ -breeding” och anses kunna vara framgångsrik inom områden med god tillgång på naturliga poppelbestånd varifrån periodvis nya föräldrar kan rekryteras. Till skillnad från denna förädlingsstrategi utgör kärnan inom ”recurrent  $F_1$ -breeding” arbete med att

successivt förbättra förädlingspopulationen inom varje art, varifrån sedan de bästa individerna väljs för korsningar mellan arterna. Sådana förädlingsstrategier kräver mycket resurser och aktörer som kan jobba långsiktigt.

Den första artkorsade avkomman ( $F_1$ -generationen) används i större utsträckning än avkomman efter vidarekorsningar ( $F_2$ - $F_n$ ). Vidarekorsningar kan dock innebära en möjlighet att maximera genetisk variation och ta fram extrema genotyper utan att förlora fördelaktiga recessiva gener som kan vara viktiga för sjukdomstolerans. Tillbakakorsningar med en av föräldraarterna är vanligare och tillämpas oftast för att förstärka vissa egenskaper hos  $F_1$ -hybriderna. Ett exempel är tillbakakorsning mellan  $F_1$ -generationen av *P. deltoides*  $\times$  *P. maximowiczii* med *P. deltoides* där syftet är att förbättra rotningsförmågan som erhålls via *P. maximowiczii* samtidigt som resistensen för *Septoria* (stamkräfta) behålls via *P. deltoides* (Ostry & Berguson, 1993). Multihybrider, d.v.s. korsningar mellan tre eller flera poppelarter, är också en framkomlig väg för framställning av högproduktiva kommersiella kloner eller för att överkomma korsningsbarriärer mellan två arter.

Poppelförädlingen har sedan upptäckten av snabbväxande triploida aspar i Skåne också visat intresse för polyploida hybrider (Nilsson-Ehle, 1936). Triploida aspar har t.ex. ofta visat en bättre volymtillväxt och längre fiberlängd. I dag finns det ett antal kommersiella triploida kloner av hybridasp men också av *P.  $\times$ generosa* (Stettler m.fl., 1996).

Poppelförädlingen är i regel inriktad på artkorsade hybrider eftersom dessa anses vara mer produktiva än rena arter (Riemenschneider m.fl., 2001, Stettler m.fl., 1996). Dessutom innebär möjligheten till vegetativ förökning ett effektivt tillvaratagande av både additiv och icke-additiv genetisk verkan. Genom klon-testning sker ett effektivt urval av bra individer. Av kostnadsskäl tillämpas i poppelförädlingen en form av etapptestning som i princip innebär en progressiv minskning av testpopulationernas storlek samtidigt som antalet upprepningar ökas. Vid den första utvärderingen av fröplantorna från de korsade föräldrarna fokuserar man på tillväxt och sjukdomstolerans. De bästa individerna klonas och testas sedan på små försöksytor (få upprepningar), varefter slutligen de allra bästa väljs ut för att testas under lång tid, med ett stort antal upprepningar och på flera lokaler.

### 6.2.3 Användning av molekylär genteknik i poppel

Poppel har länge varit en av de allra främsta modellorganismerna för växt-biologiska studier av träd (Wullschleger m.fl., 2002; Yang m.fl., 2009). Det har lett till att det finns en stor mängd molekylärgenetiska tekniker som har utarbetats för poppel och som kulminerade med publikationen av en helgenomsekvens för *P. trichocarpa* (Tuskan m.fl., 2006). Detta gör att det i dagsläget finns en uppsjö av molekylärgenetiska metoder som kan användas för att både studera grundläggande biologiska frågeställningar och för mer praktiska tillämpningar. Den molekylärgenetiska forskningen på poppel har i stort som mål att identifiera de gener och molekylära processer som styr viktiga fenotypiska egenskaper. Man brukar traditionellt göra skillnad på studier där man utgår från en speciell fenotyp för att sedan identifiera den eller de gener som styr denna egenskap (s.k. "reverse genetics") och studier där man studerar variation i en eller flera gener för att sedan koppla detta till variation i olika egenskaper (s.k. "forward genetics").

Inom molekylär växtbiologi har man traditionellt förlitat sig på metoder av den första typen, t.ex. behandling med mutagena ämnen eller med strålning för att inducera nya intressanta fenotyper. Dessa metoder har dock varit svåra att tillämpa på poppel då det är svårt och/eller tar lång tid att göra dessa mutationer homozygota. En närbesläktad metod, *activation tagging*, som går ut på att man med transgena metoder ”aktiverar” slumpmässigt utvalda gener för att se om de har en fenotypisk effekt har dock nyligen utvecklats även för poppel (Bush m.fl., 2007).

En annan egenskap hos poppel som gör dessa arter extra lämpliga för molekylärgenetiska studier är att det är lätt att hålla dem som cellkulturer (Yang m.fl., 2009). Rent generellt är transgena metoder väl utvecklade för poppel, bl.a. därför att flera poppelarter även har visat sig vara mycket lätta att transformera. Genetisk transformering har varit en viktig metod för att studera funktionen av olika gener i poppel ända sedan metoden introducerades på 1980-talet. Det har lett till att ett flertal gener som påverkar en mängd olika egenskaper har identifierats och även testats under mer naturliga förhållanden i fältförsök.

Det finns också en rad olika metoder för att studera genuttryck i olika vävnader eller under olika växtförhållanden. En typ av sådana studier baseras på s.k. *microarrays*, något som relativt tidigt fanns tillgängligt för poppel (Sterky m.fl., 2004). Tekniken med *microarray* var ett genombrott inom molekylärbiologin, då den ger möjlighet att studera tusentals gener vid ett analystillfälle. Microarrayer består av plattor som innehåller ett stort antal brunnar, var och en innehållande en kort DNA-sträng med känt ursprung, oftast en unik gen i ett genom. Genom att hybridisera cDNA, märkta med fluorescerande färg, från två olika prover, kan man studera var och hur mycket olika gener uttrycks. En alternativ teknik, vars användning har ökat på senare tid, är s.k. RNA-seq där man utnyttjar nyutvecklade DNA-sekvenseringsmetoder. Dessa tekniker gör det möjligt att generera ett stort antal, relativt korta DNA sekvenser (upp till flera miljoner) från ett prov. En viss gens uttryck står därmed i direkt proportion till hur ofta dess sekvens dyker upp i provet och man kan på så sätt få ett väldigt exakt mått på uttrycksgrad, även för gener som vanligtvis är väldigt lågt uttryckta.

En vanlig metod för att studera den genetiska basen för olika fenotypiska egenskaper är genetisk kartering. Genomregioner som är associerade med en egenskap brukar benämnas *quantitative trait loci* (QTLs). QTL-kartering har varit en extremt värdefull metod för att studera den genetiska basen av olika fenotypiska egenskaper hos poppel, t.ex. vedegenskaper (Wu, 1998; Novaes m.fl., 2009), biomasseavkastning (Taylor m.fl., 2008; Rae m.fl., 2008) eller sjukdomsresistens (Jorge m.fl., 2005). Poppel, med sitt dioika reproduktionssystem, har också en låg grad av koppling (*linkage disequilibrium*) mellan olika genomregioner. Studier har visat att i flera arter av poppel sträcker sig kopplingen inte mer än ett par hundra baspar (Ingvarsson, 2005, 2008; Breen m.fl., 2009). På grund av den låga graden av koppling som råder i poppelgenomet har det visat sig att man i princip kan kartera en egenskap ner till enstaka mutationer (Ingvarsson m.fl., 2008; Wegrzyn m.fl., 2010). Med utvecklingen av nya sekvenseringsmetoder kommer man inom ett par år sannolikt att kunna utföra associationskartering med markörer som täcker hela poppelgenomet.

I dagsläget bedrivs en omfattande molekylärgenetisk forskning på poppel som tar tillvara många av de genetiska och molekylärbiologiska metoder och resurser som nämnts ovan. Även om denna forskning fram för allt är inriktad mot grundvetenskapliga frågeställningar så skulle den också kunna bidra till en effektivisering av förädlingsarbetet i poppel. Bland annat kan våra studier av den fotoperiodiska regleringen av tillväxtens avslutning användas för att ta fram kloner direkt anpassade till olika fotoperiodiska förhållanden. På så vis kan man göra såväl tidsvinster i förädlingsprocessen som minska kostnaderna för fälttester. Vi har även initierat liknande studier avseende tillväxtgenskaper och resistens/tolerans mot insektsskador och svampangrepp. I detta sammanhang bör också SweTree Technologies pågående fälttester av transgent poppel-material nämnas, som i växthusförsök visat på ökad tillväxt eller biomassa-produktion med upp till 30 %. Detta material testas nu i fältförsök i Halland för att undersöka hur dessa kloner beter sig under mer naturliga betingelser.

## 6.2.4 Poppelförädling internationellt

### 6.2.4.1 Europa

Inom det europeiska samarbetsprogrammet TREEBREEDEx rapporterar ett antal länder aktiviteter med poppelförädling. Det kan konstateras att omfattningen av dessa aktiviteter skiljer sig betydligt mellan de olika länderna. Aktiva poppelförädlingsprogram finns i Belgien, Frankrike, Italien, Nederländerna, Rumänien, Spanien, Serbien, Ungern och på Island. Förutom på Island finns för närvarande inga aktiva poppelförädlingsprogram i de nordiska länderna. Samtidigt bör man nämna att det finns omfattande forskning i Norden som på olika sätt relaterar till poppel och asp. Historiskt sett har man jobbat med någon form av poppelförädling i alla nordiska länder även om ett kontinuerligt förädlingsprogram inte kommit till stånd p.g.a. släktets ringa ekonomiska betydelse på dessa breddgrader.

De första europeiska poppelodlingarna baserades på hybrider mellan *P. nigra* och *P. deltoides*. Under 1930- till 1950-talet lyckades man åstadkomma ett antal produktiva, snabbväxande hybrider men bakslagen var många när odlingarna drabbades av insektsangrepp och svampsjukdomar. Därför fokuserade man starkt på förädling för sjukdomsresistens.

I början var förädlingsarbetet fokuserat främst på *P. ×canadensis* hybrider. I ett senare skede har intresset ökat även för *P. ×generosa* som förädlades för en fullständig resistens mot *Mellampsora* bladrost. Denna resistens har dock brutits ned genom att patogenerna utvecklat nya raser. I dag finns inga kloner som kan betraktas som helt resistent och förädlingsarbetet är numera inriktat mot partiell i stället för specifik resistens. Det är alltså fråga om en generell resistens som verkar mot alla raser och genotyper av rostsvampen. Man förädlar också för tolerans, d.v.s. klonens förmåga att upprätthålla tillväxt trots att den är mottaglig för patogenen.

Trots de stora ekonomiska förluster som drabbade europeiska poppelodlare under 1990-talet när *Melampsora*-resistensen hos klonerna 'Boelare' och 'Beaupré' bröts, är det fortfarande väldigt få kloner som planteras kommersiellt. I dag dominerar den gamla italienska klonen 'I-214' i europeiska odlingar som genomgående anläggs som monoklonplanteringar. Detta styrs i

hög grad av industrin som vill ha en så homogen råvara som möjligt för att få en rationell och därmed mer lönsam upparbetning.

Intresset för förädling av poppel har ökat under de senaste 10–15 åren, ofta med stöd av strategiska satsningar som syftar till att öka andelen förnybar energi inom EU (Anon., 2005). Poppel har också blivit intressant för olika miljöapplikationer (Aronsson & Perttu; 2001, Riddell-Black, 1998) och en del förädlingsarbete riktas också mot detta område (Bittsánszky m.fl., 2009). Inom ett antal europeiska samarbetsprogram integreras grund- och tillämpad forskning inom träförädling med insatser för bevarande av genetiska resurser (EUFORGEN <http://www.euforgen.org/>; NOVEL TREE <http://www.noveltree.eu/>; ENERGYPOPLAR <http://www.energypoplar.eu/institutions.php>; TREEBREEDEX <http://treebreedex.eu/>). Gemensamt för dessa nätverk är att de har som mål att effektivisera förädlingsinsatser genom ett ökat samarbete, gemensamma databaser och framtagning av nya, effektivare förädlingsverktyg. I ett större perspektiv är målet att öka konkurrenskraften hos den europeiska skogssektorn och garantera en uthållig hushållning med skogliga resurser.

Ur ett förädlarperspektiv kan de poppelarter som främst används i Europa karaktäriseras enligt följande:

*P. deltoides* (östra, mellersta USA): mycket känslig för *Xanthomonas populi* (bakteriekäfta). Hög resistens mot *Melampsora larici-populina* (bladrost). Bra tillväxt och hög veddensitet. Växer ofta länge på hösten. Ofta sämre rotningsförmåga än övriga arter som används.

*P. trichocarpa* (västra USA, Kanada): mottaglig för *Melampsora larici-populina*. God tillväxt och stamform. Växer ofta bra på olika typer av ståndorter.

*P. nigra* (södra, mellersta Europa, västra Asien): hög motståndskraft mot *Xanthomonas*. Denna art har uppgraderats efter det att resistensen hos klonerna 'Boulaire' och 'Beaupré' (*P. trichocarpa* × *P. deltoides*) bröts under 1980- och 1990-talen (se nedan). Senaste rön visar att nordligare *P. nigra* provenienser är mer *Melampsora*-känsliga än sydliga. De sydliga är dock inte lika växtliga.

*P. maximowiczii* (Japan): Hög motståndskraft mot *Melampsora larici-populina*. Känslig för *Xanthomonas*. God tillväxt. Denna art har på senare år fått en ökad uppmärksamhet.

### Italien

Nära hälften av den totala avverkningsvolymen av skog i Italien skördas på landets ca 120 000 ha poppelplantager (Anon., 2008). Industriell poppelodling var redan omfattande när det italienska poppelförädlingsprogrammet startade under 1920-talet. Förädlingsarbetet resulterade i ett antal kommersiella sorter, bl.a. 'I-214', som fortfarande finns planterad på mer än 70 % av den italienska poppelarealen (Bastien, 2009).

Fokus ligger *P. ×canadensis*, som erfarenhetsmässigt visat sig växa bättre än de rena arterna. Samtidigt är denna hybrid känslig för poppelns svartfläcksjuka orsakad av *Marssonina brunnea*. Sjukdomen importerades med sticklingar från Nordamerika och orsakade stora produktionsförluster under 1960-talet. Efter dessa erfarenheter koncentrerades förädlingsarbetet på *P. deltoides* med målsättning att skapa största möjliga genetiska variation och ta fram hybrider med



bättre sjukdomstolerans (Xu, 1992). Sedan mitten av 1980-talet bedrivs förädling enligt principerna för långsiktig "recurrent" F<sub>1</sub>-förädling, för högsta allmänna hybridiseringsförmåga mellan *P. deltoides* och *P. nigra*. Sålunda består huvuddragen i det italienska poppelförädlingsprogrammet av en bred genetisk bas och urval bland föräldrar snarare än bland avkomman. Urvalet görs för ett stort antal egenskaper som kan grupperas i fyra kategorier: 1) tillväxt och produktion, 2) ekofysiologiska egenskaper av betydelse för trädens anpassning till olika tillväxtförhållanden, 3) resistens/tolerans mot sjukdomar och insektsskador, samt 4) stam- och virkesegenskaper.

En viktig aktör med eget förädlingsprogram i Italien är plantskolan Alasia Franco Vivai. Deras verksamhet har bl.a. inriktats på förädling för energiändamål enligt den svenska modellen med *Salix*. I dag finns ca 6 000 ha odlingar av denna typ i Italien och de drivs vanligtvis med två till fem års skördeintervaller. Programmet grundas i en omfattande samling av poppelmateriel från hela världen, särskilt USA, dit man återkommer ungefär var femte år för nya fröinsamlingar. Arterna som ingår i programmet är *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. trichocarpa*, *P. alba*, *P. maximowiczii*, *P. ciliata*, *P. angustifolia*, *P. fremontii*, *P. tremula* och *P. simonii*. Fokus ligger dock på *P. ×canadensis* och *P. ×generosa*.

### Frankrike

Den franska poppelarealen har ökat stadigt från 80 000 ha år 1945 till dagens ca 250 000 ha med en årlig avverkning på 1,5 miljoner m<sup>3</sup>. I dag är det främst 10 kloner som används i nya odlingar, men så mycket som en fjärdedel av arealen är fortfarande planterad med den gamla 'I-214'. Fram till mitten av 1980-talet användes i princip bara tre sorter ('I-214', 'I-45/51' och 'Robusta'). Sedan ersattes 'Robusta' under en tioårsperiod med belgiska *P. ×generosa* kloner ('Beaupré', 'Boelare', 'Raspalje' och 'Unál') som snabbt upptog 50 % av den franska poppelarealen. Sedan det belgiska materialets resistens mot *Melampsora* bröts under 1990-talet har användningen av *P. ×generosa* minskat drastiskt och ersatts med ett mer diversifierat odlingsmaterial av främst *P. ×canadensis* (Berthelot, 2004). Diversifiering av odlingsmaterialet stöds numera genom ett nytt bidragssystem som innebär att i områden där en viss klon använts i för stor utsträckning minskar bidraget såvida inte andra kloner används (Lars-Göran Stener, Skogforsk, pers. komm., 2010).

Sedan år 2001 bedrivs poppelrelaterad FoU inom ett nationellt samarbetsprogram för genetik, förädling och bevarande av poppel (GIS "Penplier"). Programmets två huvuduppgifter är att testa nya inhemska och importerade poppelsorter samt att administrera lång- och kortsiktiga poppelförädlingsprogram för olika ändamål (Berthelot, 2008). Långsiktiga aktiviteter syftar till att säkra tillräcklig genetisk mångfald i parallella förädlingspopulationer av olika poppelarter och att skapa elitföräldrapopulationer ("recurrent"-förädling). Kortsiktiga mål utvecklas i tre riktningar: 1) urval av de bästa klonerna från korsningar gjorda under 1980-talet, 2) urval av de bästa *P. ×canadensis*-genotyperna med både god tillväxt och stor anpassningsförmåga (fenotypisk plasticitet), och 3) urval av *P. ×generosa* kloner med hög tolerans mot *Melampsora larici-populina*.

Enligt de franska erfarenheterna kan man identifiera fyra faktorer som begränsar effektiviteten i urvalsprocessen: 1) tidsåtgången för varje förädlingscykel, 2) ineffektiv urvalsprocess, särskilt under de första etapperna,

3) behovet av omfattande fältförsök under olika tillväxtförhållanden, och 4) svårighet att utveckla varaktig motståndskraft mot olika typer av kalamiteter hos hybridpoppel (Bastien, 2009). Under 2000-talet har man också börjat intressera sig för odlingssystem för energiändamål liknande den svenska *Salix*-odlingen (Marron m.fl., 2005; Rae m.fl., 2008).

### *Belgien*

Poppelförädlingen i Belgien har pågått sedan 1948 och under varje år finns mer än 10 000 individer i olika utvärderingsfaser. Förädlingen inkluderar fyra poppelarter: *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. trichocarpa* och *P. maximowiczii*. Urvalet görs för rottningsförmåga, tillväxthastighet, stamform, anpassning till klimat- och markförhållanden, fiberegenskaper och sjukdomstolerans (De Cuyper, 2008). På sistone har programmet vidgats till att inkludera även *P. ×canescens*. ”Non-recurrent” F<sub>1</sub>-förädling tillämpas baserat på ett brett grundmaterial som ständigt förnyas, bl.a. genom internationellt utbyte. Urvalet görs genom oberoende selektionsnivåer som tillämpas i olika testetapper. Efter bakslagen med kommersiella sorter som släpptes mellan 1972 och 1995 (bl.a. ’Boelare’ och ’Beaupré’) byttes inriktningen av förädlingsstrategin mot urval av kloner med varaktig partiell sjukdomsresistens och tolerans. Resultatet av den nya strategin är sex nya sorter som släpptes på marknaden under 1999 och 2000. Mycket arbete ägnas dessutom åt utveckling av tillförlitliga metoder för artificiell testning av känslighet mot diverse patogener, med syfte att snabba upp urvalsprocessen (Steenackers, 2008).

### *Nederländerna*

Poppel är ett kommersiellt viktigt trädslag även i Nederländerna med en areal på 16 000 ha och ytterligare ca 15 000 ha planterade i olika typer av vindskyddsplanteringar och alléer (De Vries, 2008). Ett systematiskt förädlingsarbete har pågått sedan 1948 och sedan dess har närmare en halv miljon fröplantor producerats, av vilka ca 10 000 ingått i fältförsök. Man har huvudsakligen jobbat med F<sub>1</sub>-generationen av *P. ×canadensis* och *P. ×generosa*. Det finns också planer på att inkludera *P. maximowiczii* i programmet. I en första testetapp bedöms individernas tolerans mot *Melampsora larici-populina* och *Marssonina brunnea*. Sedan klonas materialet och testas för bakteriell kräfta *Xantomonas populi*. I en sista etapp testas materialet för tillväxt, stamform, grenighet och vindtolerans. Hela processen tar 15–20 år. Den senaste serien av kommersiella kloner släpptes 2006. Den mest kända klonen är ’Koster’ som lanserades 1989 och odlas fortfarande över hela Europa.

### *Tyskland*

I Tyskland forskar flera aktörer på poppel, bl.a. Institutet för skoglig genetik i Grosshansdorf och skogsforskningsstationen i Hannoverch Münden. Arbetet startade på 1940- och 1950-talet med korsningar mellan *P. tremula*, *P. tremuloides* och *P. alba*. Det arbetet har bl.a. resulterat i de första genmodifierade *P. ×wettsteinii* hybriderna (Fladung m.fl., 1996; Fladung & Kumar, 2002). Två tillbakakorsade *P. ×wettsteinii* hybrider har blivit kommersiellt godkända liksom en klonblandning bestående av 14 kloner. I arbetet med hybrider mellan *Aigeiros*- och *Tacamahaca*-popplar läggs vikten på utveckling av sjukdomsresistens, vilket har lett till ett antal nya sorter som är lämpliga för

kommersialisering i form av klonblandningar. Sedan 2005 ges ett särskilt stöd till forskning inriktad på att ta fram snabbväxande hybrider för energiskogsodlingar. Förhoppningen är att man ska kunna etablera en halv miljon hektar energiskogsodlingar fram till år 2020.

### *Spanien*

Den spanska poppelförädlingen startade i början av 1950-talet och resulterade i ett antal inhemska *P. ×canadensis*-hybrider som blev uppskattade av landets faner- och massavedsindustri. I dag domineras landets knappt 100 000 ha poppelodlingar av den italienska 'I-214' som finns på 70 % av arealen (Pardos, 2009). Under 1990-talet inleddes en omfattande utvärdering av *P. ×canadensis* från andra europeiska förädlingsprogram i ett försök att förnya det nationella poppelförädlingsprogrammet (Stanton, 2009). På senare tid framhävs popplarnas användning som biobränsle och klonutvärderingarna justeras till att inkludera egenskaper som värmevärde och askhalt. Ett antal kloner har testats i täta planteringsförband (5 000–30 000 ha<sup>-1</sup>) med skördeintervaller på 2–5 år. Hittills har resultaten varit högst varierande och visar på ett generellt starkt samspel mellan genetik och olika tillväxtförhållanden.

### *Ungern*

I Ungern introducerades först de gamla, spontana *P. ×canadensis* hybriderna 'Serotina', 'Marilandica' och 'Robusta' på skogsmarker längs floden Donau. I början av 1960-talet ersattes dessa sorter med 'I-214'. Genom olika beskningsprogram konverterades nästan hela den ungerska poppelarealen till en monokultur av 'I-214'. För att minska risken för allvarliga bakslag introducerades senare ytterligare 20 kloner från andra europeiska länder (Tóth m.fl., 1996). Arealen poppel ökade sedan till ca 120 000 ha och de kloner som i dag rekommenderas för kommersiell odling är: 'Pannonia', 'I-214', 'Agathe-F', 'BL-Constanzo', 'Kopecky' och 'Villafranca'.

Förädlingen startade under 1950-talet genom ett utbyte av material med flera europeiska länder. Hittills har mer än 1 000 utvalda kloner använts i klontester i fält. De flesta är *P. ×canadensis*, men också hybrider från sektionerna *Lence* och *Tacamahaca* ingår. De kommersiella klonerna 'Pannonia', 'Kopecky' och 'Koltay' är ett resultat av detta arbete. De nyaste sorterna ('Sv 2-24', och 'Sv 1-64') visar en stamdiametertillväxt som är upp till 50 % högre än hos 'I-214' (Redei, 2000). Det pågår också forskning med *in vitro* teknologi för förädling av poppel som skulle kunna användas för olika miljöapplikationer, såsom rening av förorenade marker (Gyulai m.fl., 2005, Bittsánszky m.fl., 2009).

#### 6.2.4.2 Amerika

I både USA och Kanada främjades poppelförädling av satsningar från massa- och pappersindustrin. Utvecklingen har sedan dess utvidgats till att i en allt större grad inkludera andra användningsområden, inte minst som vegetationsfilter och andra miljörelaterade applikationer (Stanton, 2009). Förädlingen domineras av nordamerikanska poppelarter, främst *P. deltoides*, *P. trichocarpa* och *P. tremuloides*.

## USA

I USA bedrivs aktiv poppelförädling sedan 1925. Med ett förnyat intresse tog flera förädlingsprogram fart i slutet av 1960-talet och i dag bedrivs arbete huvudsakligen inom tre regioner: 1) Områden kring nedre delen av Mississippi-floden (*P. deltoides*), 2) Centrala områden av USA upp till kanadensiska gränsen i norr, huvudsakligen Iowa, Wisconsin och Minnesota (*P. deltoides*, *P. ×canadensis*, *P. nigra* × *maximowiczii*, *P. tremuloides*, *P. grandidentata*, *P. ×canescens*), och 3) Nordamerikanska västkusten, d.v.s. Oregon och Washington (*P. ×generosa*, *P. ×canadensis*, *P. deltoides* × *maximowiczii*) (Stanton, 2009).

De allra första korsningarna gjordes i samarbete mellan Oxford Paper Company (Rumford, Maine) och New York Botanical Gardens (Rochester, New York). Resultatet av detta samarbete blev ca 100 korsningar från vilka flera hundra elitkloner selekterades. Bland dessa ingår klonerna OP-1 till OP-58 (syn. NE-1 till NE-58) som valdes i en första omgång och sedan spreds över stora delar av världen. I denna kollektion ingår OP-42, som i princip är den enda klon som använts i sydsvenska poppelplanteringar fram till 2010.

I södra USA har förädling bedrivits av US Forest Service sedan 1970, men har under senare år övertagits av kommersiella aktörer som utvecklar en tredje generation av hybridpopplar. På dessa breddgrader arbetar man framför allt med *P. deltoides* eftersom hybrider visat sig känsliga för *Septoria* stamkräfta. Arbetet inriktas mot resistens mot *Melampsora* och tillväxt (Tabor m.fl., 2000).

I centrala och norra USA inriktas förädlingen på *P. deltoides*, *P. ×canadensis* och *P. nigra* × *maximowiczii*. Vid forskningsinstitutioner i Minnesota produceras årligen mellan 45 och 90 korsningsfamiljer. Efter tre års observationer klonas 30 genotyper per familj och utvärderas för en rad egenskaper. Dessutom bedrivs omfattande forskning relaterad till hybridasp.

Sedan poppelforskningen intensifierades vid Washington State University i början av 1970-talet har poppelbaserad massa- och pappersindustri, samt sågverksindustri byggts upp, liksom tillämpning av poppelodling för rening av avloppsvatten. Till skillnad från södra USA kunde man i detta område uppnå goda resultat med *P. ×generosa*, *P. ×canadensis* och *P. deltoides* × *P. maximowiczii* (Stettler m.fl., 1988). Även här har förädlingsarbetet övertagits av kommersiella aktörer som förvaltar över 20 000 ha intensivt odlade poppelplantager främst för att förse närliggande massa- och sågverksindustrier med råvara.

## Kanada

Poppelförädlingen i Kanada har, liksom i USA, bedrivits separat i de olika regionerna Quebec, Ontario, Saskatchewan, och Alberta. I Quebec har man testat ett stort antal korsningsvarianter sedan 1969, vilket resulterade i 40 kommersiella sorter (Richardson m.fl., 2007). Det har visat sig att *P. maximowiczii* i kombination med *P. balsamifera*, *P. trichocarpa*, *P. ×generosa*, *P. ×Jackii* och *P. ×berolinensis* ger bäst resultat på svagare marker med lågt pH, vilka är karakteristiska för den boreala regionen. Förutom de vanliga urvalskriterierna fästs en stor vikt vid klonernas frosthärdighet.

I Ontario och Saskatchewan har man historiskt förädlat poppel för vindbälten och andra speciella syften. På senare tid har produktion av biomassa för energiändamål blivit huvudmål för förädlingsarbetet. Frosthärdighet och vattenhushållningsförmåga hos hybrider mellan inhemska och asiatiska poppelarter testas först i laboratoriet varefter de utvalda klonerna testas i fält.

I Albertaprovinsen genomförs förädling med inriktning på pappersindustrins behov och baseras på *P. deltoides*, *P. balsamifera*, *P. laurifolia*, *P. maximowiczii*, *P. nigra* och *P. simonii*. Även här är frosthärdighet en viktig parameter vid urvalet, som görs efter halva omloppstiden (ca 8–10 år). Dessutom förädlas hybridasp i kommersiell regi för Albertas pappers- och sågverksindustri.

### *Argentina och Chile*

Sydamerikanska poppelprogram är i första hand inriktade på faner- och sågverksindustrin, samt fiberskive- och pappersindustrin. Förädlingen har inledningsvis drivits främst av kommersiella aktörer och hittills begränsats till urval bland material importerat från USA och Europa. Tillväxt och sjukdomsresistens är huvudkriterier vid urvalet (Francisco Zamudio, Universitet i Talca, pers. komm., 2010).

### 6.2.4.3 Asien

#### *Kina*

Arealen poppelodlingar i Kina är långt större än den sammanlagda arealen i resten av världen (Anon., 2008). Etablering av nya odlingar har intensifierats under de senaste decennierna som ett resultat av statliga kampanjer för beskogning och skydd av olika typer av mark (Gwyther, 2006). Flera aktörer i Kina har förädlat poppel under de senaste 50 åren men för kommersiell odling har man oftast förlitat sig på ett begränsat antal europeiska kloner (Weisgerber & Han, 2001). I första hand har man vidareförädlat italienska *P. deltoides* och *P. ×canadensis*-kloner. Vid ett antal provinsiella skogsinstitut har förädlingsaktiviteter bedrivits med asiatiska poppelarter, bl.a *P. cathayana*, *P. simonii*, *P. koreana*, *P. maximowiczii*, *P. szechuanica* och *P. yunnanensis*.

Vid sidan av tillväxt prioriteras också insektresistens, tolerans mot torka och salinitet och allmän stresstålighet vid plantering i inre Mongoliet (Zhang m.fl., 2005). *P. simonii* × *P. nigra* och korsningar mellan *P. ×canadensis*, *P. cathayana* och *P. simonii* har visat sig ha god frosthärdighet och torktolerans. Genmodifierade popplar med bättre resistens mot insektsskador har tagits fram och är sedan 2005 godkända för kommersiell användning (Stone, 2008).

Kinas poppelarter är av intresse även för svenska förhållanden. Det kan dock vara svårt att få relevant information om olika material och sannolikt är det inte heller problemfritt att importera pollen och frö från Kina (Davorin Kajba, Universitet i Zagreb, pers. komm., 2010).

#### *Indien*

Ett antal poppelarter växer naturligt i Indiens nordligaste områden vid basen av Himalaya, bl.a *P. ciliata*, *P. suaveolens*, *P. alba* och *P. glauca*. I området finns 90 % av landets 60 000 ha poppelodlingar som till största delen är etablerade tillsammans med jordbruksgrödor i någon form av ”agroforestry”. *P. deltoides* är den viktigaste poppelarten och odlas för varierande ändamål. I högre belägna

områden (650–1 800 m) används också *P. ciliata* × *P. maximowiczii*-hybrider medan *P. ciliata* dominerar odlingarna i den tempererade humida zonen över 1 800 m.ö.h. Där planteras, liksom i högre belägna områden (över 2 200 m) också *P. yunnanensis*, *P. alba*, *P. nigra* och *P. ×canadensis*.

Förädlingen omfattar urval av plusträd, proveniensförsök och avkommetester utifrån friavblommade individer av *P. ciliata* och *P. deltoides*. Dessutom görs korsningar och avkommetester av *P. ciliata* × *P. maximowiczii*. Huvudmålet är att ta fram ett klimatanpassat material för var och en av de fyra höjdzonerna med särskilt fokus på fenologi. Andra prioriteringar gäller resistens mot stamborrande insekter och bladrost (*Melampsora larici-populina*) (Singh, 2000).

## 6.3 POPPEL OCH HYBRIDASP I SVERIGE

### 6.3.1 Förädling och befintligt material

#### 6.3.1.1 Det svenska poppelmaterialets ursprung och karaktär

Odlingsmaterial av poppel har hämtats till Sverige i flera omgångar i samband med ett periodvis starkt intresse för snabbväxande trädslag. Under 1930- och 1940-talet handlade det främst om hybridasp som potentiell råvara för tändstickindustri. Under 1970-talet ökade intresset för biomassaproduktion i spåren av den globala oljekrisen medan man under 1980- och 1990-talen främst var angelägen om att hitta lönsamma alternativ för överskottsarealer av jordbruksmark (Christersson, 2006).

#### 6.3.1.2 Förädlingsaktiviteter med poppel vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Under 1970-talet etablerade SLU ett poppelklonarkiv i Ådalen, nära Stockholm, samt på Remningstorp i Västra Götaland. Materialet bestod av kloner från Tändsticksbolagets forskningsstation i Mykinge och av andra kloner med varierande ursprung. Samma material planterades senare i ett försök vid SLU i Ultuna. De arter som var representerade i dessa klonarkiv var *P. trichocarpa*, *P. deltoides*, *P. nigra*, *P. ×generosa*, *P. ×canadensis* och *P. alba*. Av olika anledningar har de flesta hybriderna dött och arkiven är i dag i allmänt dåligt skick och behöver kompletteras för framtida behov. Materialet är inte heller systematiskt testat, vilket bör göras eftersom en del *P. trichocarpa*-kloner kan vara av intresse för odling i mellersta och norra Sverige.

I slutet av 1980- och början av 1990-talet testades vid SLU i Uppsala kloner av *P. trichocarpa* och *P. ×generosa* som tagits fram i Geraardsbergen, Belgien. Detta material spreds och testades i flera länder inom ramen för IEA-samarbetet (Steenackers m.fl., 1990). I Sverige planterades materialet i Uppland (Ilstedt, 1996) och på flera lokaler i Skåne (Christersson, 2006). Klonerna visade sig inte vara tillräckligt frosthärdiga i Uppsala, vilket främst beror på den sena och instabila knoppsättningen. I södra Sverige har samma material generellt visat god tillväxt. *P. ×generosa*-hybriderna hade inledningsvis en bättre tillväxt jämfört med ren *P. trichocarpa* men drabbades senare sedan av stamkräfta och dog. Möjligen är den dåliga överlevnaden kopplad till den magra ståndorten eftersom samma *P. ×generosa*-kloner haft en bättre utveckling på bördig mark i samma område (Christersson, pers komm., 2010).

I samband med att det belgiska materialet testades började man vid SLU också korsa *P. trichocarpa*-kloner för att få fram ett bättre, klimatanpassat material. Dessa korsningar genomfördes i flera omgångar med närmare 60 föräldrar som valdes efter sitt ursprung i Nordamerika (Ilstedt, 2006). Fyra avkommeprövningar etablerades i Uppland och ett stort antal egenskaper mättes och bedömdes. Vid sekelskiftet fanns ett material på ca 4 000 kloner varav ungefär 120 valdes ut till långtidsförsök i Uppsala (Ilstedt, pers komm., 2010). Efter fyra års tillväxt har utvalda kloner uppvisat en tillväxt som är på samma (i Halland) nivå eller bättre (i Uppland) än den för 'OP-42'. Därför bedöms detta material för närvarande vara det mest lovande poppelmaterialet vi har i Sverige.

Under 1990-talet har man vid SLU i Uppsala också haft tillgång till avkomman från tio träd av *P. trichocarpa* från två lokaler i British Columbia. Detta material används för närvarande i ett flertal försök över hela Sverige, men är främst av intresse för fortsatt förädling.

Sedan mitten av 1990-talet finns på Skogforsk i Sävar (Umeå) också ett antal sorter som tagits fram på Island. De växer dåligt i Sävar, sannolikt p.g.a. dess maritima ursprung, och torde vara mer lämpade på sydligare breddgrader. Några av dem testas därför längre söderut vid SLU i Uppsala, där de preliminärt visat god tillväxt och vitalitet. Förutom detta material har Lars Christersson en privat samling med *P. trichocarpa*-kloner som insamlats i Alaska upp till 68°N. Dessa är av stort intresse för norra Sverige.

### 6.3.1.3 Beskrivning av förädlingsaktiviteter med *Populus* i Skogforsks regi

#### *Hybridasp – Perioden 1939-1960*

Den första hybrid Aspen i Sverige, d.v.s. korsningen mellan den europeiska *Populus tremula* och den nordamerikanska *Populus tremuloides*, gjordes på Ekebo år 1939 av Helge Johnsson. Svenska Tändsticksaktiebolagets intresse för asp initierade sedan uppbyggnaden av ett förädlingsprojekt, och en egen förädlingsstation med plantodling byggdes upp i Mykinge. Eftersom hybridens tillväxt var överlägsen den vanliga aspens, koncentrerades arbetet på att få fram högproducerande hybrider. Anledningen till hybridens överlägsenhet anses främst bero på 1) heterosis (genetisk förstärkningseffekt) 2) större motståndskraft mot *Melampsora ssp.* (bladrost) och *Venturia ssp.* (aspskorv) som kan ge allvarliga tillväxtnedsättningar, samt 3) en kraftig nordförflyttning av *P. tremuloides*, vilket ger ett material som växer länge på hösten och därmed utnyttjar det milda sydsvenska höstklimatet väl.

Urvalet av fenotypiskt bra föräldraträd till korsningarna gjordes för *P. tremula* huvudsakligen i Sverige söder om latitud 60° N men även polsk asp ingick. Bra träd av *P. tremuloides* hämtades främst från staterna runt de stora sjöarna i Nordamerika (latitud 45°–50°N). Ett flertal försök och praktiska planteringar med olika korsningsfamiljer anlades i Götaland och Svealand fram till mitten av 1960-talet, men därefter minskade intresset för att tillverka tändstickor i Sverige och förädlingen upphörde.

### Hybridasp – Perioden 1985-2008

Energikrisen på 1970-talet och överföringen av jordbruksmark till skogsmark under 1980-talet var bidragande orsaker till ett ökat intresse för odling av lövträd. Det ledde till att ett nytt hybridaspprojekt startade år 1985 vid Institutet för Skogsförbättring (sedermera Skogforsk) i Ekebo. Syftet var att framställa ett sydsvenskt skogsodlingsmaterial som var vitalt, högproduktivt och hade bra stamkvalitet. Urval av plusträd från de försök och bestånd som anlades under åren 1940–1960 bedömdes vara det bästa och mest kostnadseffektiva sättet att snabbt få fram ett bra genetiskt material. Totalt valdes 280 plusträd. Urvalet omfattade träd som växte bättre än omgivande träd, var raka och vitala. Det var viktigt att de var skadefria från stam- och grenkräfta (*Entoleuca mammatum* och *Leucostoma niveum*), som kan vara allvarliga skadegörare på hybridasp.

För test av plusträdens genetiska egenskaper klonades samtliga plusträd utifrån örtartade sticklingar från uppgrävda rötter. Ettåriga rotade sticklingar planterades ut på 14 olika försökslokaler i södra Sverige under perioden 1986–1991 (Figur 6.2, Tabell 6.1). Försöken utformades som randomiserade blockförsök vanligen med en eller två plantor per klon och block och varje försök innehöll mellan 41 och 107 kloner med 8–20 plantor per klon. Samtliga försök anlades på tidigare jordbruksmark utom det i Simonstorp, som var på skogsmark. Med några undantag användes  $2,5 \times 2,5$  m planteringsförband, d.v.s. 1 600 plantor ha<sup>-1</sup>.



Figur 6.2.

Försök med hybridasp anlagda åren 1986–1991. Etableringen misslyckades på 4 lokaler (markerade med ett kors) huvudsakligen p.g.a. problem med konkurrerande vegetation och sork. I Simonstorp, som var det enda försöket på skogsmark, var avgången främst orsakad av vattenöverskott under byggesfasen i kombination med ett massangrepp av aspglansbagge (*Chrysomela tremulae*).



Tabell 6.1.

Klontester med hybridasp anlagda under perioden 1986–1991. Parcell anger storleken på ytan (antal träd × antal träd) som varje klon testas med i respektive block.

Försöksnr	Plant. år	Ort, kommun, län	Lat., Long., Höh	Förband	Parcell	Ant. kloner
Existerande						
S21S8741083	1987	Ingelstad, Växjö G-län	56° 43', 14° 54', 150 m	2.8 x 2.8	1x1	60
S21S8841108	1988	Lönnstorp, Svalöv, M-län	55° 57', 13° 06', 80 m	2.5 x 2.5	1x1	106
S21S8841109	1988	Braxstad, Mjölby, E-län	58° 18', 15° 20', 100 m	2.5 x 2.5	1x1	107
S21S9041157	1990	Källstorp, Svalöv, M-län	55° 57', 13° 07', 95 m	2.5 x 2.5	1x1	38
S21S9041158	1990	Kavlås, Tidaholm, R-län	58° 13', 13° 52', 145 m	2.5 x 2.5	1x1	38
S21S9041161	1990	Kavlås, Tidaholm, R-län	58° 13', 13° 52', 145 m	2.5 x 2.5	1x1	72
S21S9141196	1991	Trolleholm, Svalöv, M-län	55° 55', 13° 21', 95 m	2.0 x 2.0	1x1	41
S21S9141197	1991	Sofielund, Svalöv, M-län	55° 58', 13° 01', 75 m	2.5 x 2.5	1x1	41
S21S9141198	1991	Åttersta, Vingåker, D-län	59° 08', 15° 57', 60 m	2.5 x 2.5	1x1	63
Nedlagda						
S21S8641055	1986	Bulstofta, Svalöv, M-län	55° 59', 13° 00', 75 m	2.0 x 2.0	1x1	54
S21S8941134	1989	Hjälmsätter, Hallsberg, T-län	59° 04', 15° 14', 105 m	3.0 x 2.0	1x1	79
S21S9041160	1990	Konradstorp, Trelleborg, M-län	55° 28', 13° 28', 50 m	3.0 x 2.0	1x1	72
S21S9041162	1990	Simonstorp, Norrköping, E-län	58° 46', 16° 16', 95 m	2.5 x 2.5	1x1	72
S21S9141199	1991	Harg, Östhammar, C-län	60° 08', 18° 24', 20 m	2.5 x 2.5	1x1	65

På basis av volymtillväxt efter ca 10 års tillväxt i fält och kräftförekomst efter 12–16 år valdes de 15 genetiskt bästa av de totalt 280 testade klonerna till kommersiell odling (Stener & Karlsson, 2004). Detta material är sedan början av 2000-talet kommersiellt tillgängligt i form av en klonblandning. Det innebär att klonerna förökas vegetativt (via vävnadskulturt teknik) och att de 15 klonerna vid försäljning inte hålls åtskilda utan blandas. Klonerna rekommenderas för användning upp till Mälardalen och finns att köpa genom plantskolor i södra Sverige.

Medeltillväxten för de 15 selekterade klonerna uppskattas till ca 25 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> på bättre marker i södra Sverige (Stener & Karlsson, 2004). Förutsättningen är att konkurrerande vegetation hålls borta de första två åren och att träden skyddas mot viltskador.

För Svealand och Norrland finns inget svenskt utvalt material. Finland startade ett motsvarande förädlingsprojekt med hybridasp i mitten på 1990-talet. Där finns fenotypiskt utvalda finska kloner till kommersiell försäljning. I Sverige har vi ännu ingen erfarenhet av det finska materialet, men sannolikt kan de vara ett alternativ i norra Götaland, Svealand och möjligen på milda lokaler i södra Norrland.

Nya fältmätningar under år 2008 visade att hybridasperen i de 9 svenska försöken som fortfarande existerar, generellt är vital och produktiv efter 18–22 års tillväxt (Stener, 2010). I ett försök (Braxstad) var dock frekvensen kräftskador hög. Tillväxten var där låg redan från början, vilket sannolikt beror på jordtexturen, som är styv lera, kombinerat med en syrefattig fuktig miljö. Troligen har den dåliga tillväxtstarten försämrat trädens vitalitet och därmed minskat motståndskraften mot kräfta. Att plantera hybridasp på ståndorter där den har goda förutsättningar för hög tillväxt (bördig, ej mullrik eller alltför finjordrik mark och med god tillgång på vatten) minskar sannolikt risken för allvarliga patogena skador.

De hybridaspkloner som selekterades efter ca 10 års tillväxt i fält tillhör fortfarande efter 18–22 år de bästa vad avser vitalitet och produktion. Det finns dessutom ytterligare bra kloner som kan användas till en kompletterande selektion. Den tidigare prognostiserade volymtillväxten om ca 25 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (se ovan) stöds av de nya mätningarna.

### Övrig poppel

Poppel har aldrig varit ett stort skogsträd i Sverige utan har, främst i Skåne mest använts som vindskydd i plantskolor och fruktodlingar och som alléträd. På grund av dess tidigare perifera betydelse i Sverige har Skogforsk inte bedrivit någon aktiv genetisk förädling med poppel utan har enbart testat kloner som tagits fram från andra mer aktiva poppelförädlings systemorganisationer i Europa.

Intresset för poppel liksom för hybridasp (se ovan) ökade under oljekrisen i mitten av 1970-talet. Som en följd av detta kontaktades systemorganisationen i Wageningen i Holland, där Robert Koster föreslog testning av ett antal kloner av olika poppelarter och dess hybrider. År 1977 anlades försök på tre lokaler, varav ett viltbetades svårt och lades ned. (Tabell 6.2; Fig. 6.3). Totalt omfattade materialet 52 kloner och fördelades enligt följande:

Grupp 1): Balsampopplar och hybrider där balsampopplar ingår.

Representerades av 20 kloner varav de kommersiella sorterna 'Oxford', 'Androscoggin' och 'Barn' ingick som jämförelsematerial, s.k. mätare.

Grupp 2): Euroamerikanska popplar, d.v.s. hybrider mellan *P. deltoides* och *P. nigra*. Representerades av 24 kloner med 'Robusta' som mätare.

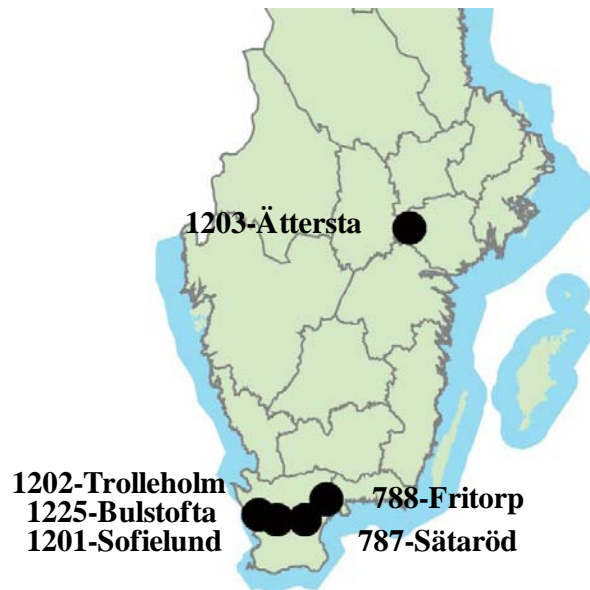
Grupp 3): 6 kloner av *P. nigra*.

Grupp 4): 2 kloner av *P. deltoides*.

Tabell 6.2.

Klontester med poppel anlagda under perioden 1977-1991. Rubriken "Parcell" anger storleken på ytan (antal träd x antal träd) som varje klon testas med i respektive block. Försök S21S9141201 är ett produktionsförsök där 10 hybridaspkloner jämförs med 4 poppelkloner.

Försöksnr	Plant. år	Ort, län	Lat., Long., Höh	Förband, m	Parcell	Antal kloner
Existerande						
S21S9161202	1991	Trolleholm, M-län	55° 56', 13° 22', 95 m	3x3	4x4	46
S21S9161203	1991	Ättersta, D-län	59° 08', 15° 57', 60 m	2x2	1x1	88
S21S9261225	1992	Bulstofta, M-län	55° 59', 12° 59', 75 m	2x2	1x1	120
S21S9141201	1991	Sofielund, M-län	55° 59', 13° 01', 75 m	2.5x2.5	4x8	14
Nedlagda						
S21S776F787	1977	Sätaröd, M-län	55° 56', 13° 55', 80 m	4x4	1x1	52
S21S776F788	1977	Fritorp, M-län	56° 10', 14° 19', 60 m	4x4	1x1	34



Figur 6.3.  
Försök med poppel anlagda åren 1977–1991.

Försöken mättes år 1989 vid 14 års total ålder och stora skillnader påträffades mellan kloner för såväl tillväxt- som kvalitetsegenskaper (Stener, 1996). Eftersom försöken var relativt dåligt skötta (ingen röjning av sly, avsaknad av vilthägn) gjordes ingen definitiv selektion till kommersiell odling. Istället anlades år 1991–92 tre nya klontester (de tre första i tabell 6.2) där 45 av de tidigare totalt 52 testade klonerna ingår. Dessutom ingår 87 kloner som erhållits från Finland med ursprung från ett frömaterial som insamlades i IUFRO:s regi under 1970-talet. Efter en viss selektion (sydligt material frös bort) klonades materialet i Finland. I det finska materialet ingår dessutom några kloner som tidigare erhållits från främst Belgien. Slutligen ingår 8 kloner med mer eller mindre okänd historik från Skogforsks forskningsstation i Ekebo (Tabell 6.3). Antalet kommersiella kloner är 9 st: 'Androscoggin', 'Barn', 'Batard', 'Boelare', 'Brandaris', 'Dorskamp', 'Flevo', 'Oxford' och 'Rochester'. Fullständig materialbeskrivning ges i Stener (2004).

Fälttesterna har visat på mycket stora skillnader i överlevnad, vitalitet, tillväxt och grenighet mellan olika kloner, vilket bl.a. beror på att många kloner är dåligt anpassade till det sydsvenska klimatet. Utifrån resultat från fälttesterna efter 10–14 års tillväxt har de 12 genetiskt bästa klonerna valts ut till kommersiell odling på lokaler med mildt klimat i Götaland. De kommer att finnas tillgängliga på marknaden år 2010 (Stener, 1996, 2004).

Tabell 6.3.

Artvis fördelning för de poppelkloner som testas i försök S21S9161202, S21S9161203 och S21S9161225. Gruppen "Balsamhybrider" avser poppel där den ena föräldern är *P. balsamifera* eller *P. trichocarpa* och den andra föräldern är okänd.

Art	Kloner
<i>P. balsamifera</i>	3
<i>P. trichocarpa</i>	73
<i>P. nigra</i>	5
<i>P. deltoides</i>	7
<i>P. deltoides</i> × <i>P. nigra</i>	26
"Balsamhybrider"	22
Övriga	4
<b>Totalt</b>	<b>140</b>

Precis som för hybridasp gjordes år 2008 nya fältmätningar i poppelklontesterna (Stener, 2010). Resultatet visar att två av de tre klontesterna fortfarande är vitala och produktiva efter 18 års tillväxt och att de kloner som selekterades efter ca 10 års tillväxt i fält fortfarande tillhör de bästa vad avser vitalitet och produktion. Den tredje klontesten, S21S9161202 i Trolleholm, var i dåligt skick redan vid mätningen år 2003, d.v.s. vid 14 års totalålder, med en genomsnittlig överlevnad på enbart 25 %. Till skillnad från de övriga försöken var också vitaliteten hos många träd i detta försök kraftigt nedsatt sommaren 2003. Faktum var att många träd, även stora och välutvecklade, var döda eller döende vilket betonar vikten av att nyintroducerade arter bör testas under lång tid och på många lokaler innan slutliga rekommendationer om användning kan ges.

#### 6.3.1.4 Förädling av hybridasp vid Jämtlands läns institut för landsbygdsutveckling (JiLU)

På JiLU (Jämtlands institut för Landsbygdsutveckling) i Bispgården pågår sedan år 2005 viss verksamhet med hybridasp med målsättning att få fram ett odlingsmaterial för främst Jämtland och angränsande län. I korthet har följande gjorts (Håkan Schüberg, JiLU, pers. komm., 2010):

- 1) Ett antal fenotypiskt utvalda moderkloner (*P. tremula*) som valts i bestånd eller som solitärer i Hälsingland och norrut har korsats med faderkloner (pollen av *P. tremuloides*) med ursprung från Michigan, Minnesota och södra British Columbia. En del pollen har ursprung från Ryssland (Komi, Arkangelsk). Pollen finns även från Yukon, Fairbanks Alaska och ryska Khabarovsk som kan vara intressant att testa för norrländska förhållanden.
- 2) Fröplantor från några av korsningarna har såtts upp och ca 1 000 st planterades år 2006–2007 ut i ett arkiv i anslutning till forskningsstationen vid Bispgården och på två ytterligare lokaler (Norra Hammar, Jönköping och Kitkiöjärvi, Pajala).
- 3) Två klontester om 700 och 1 200 plantor med totalt 10 kloner anlades 2008 i närheten av Östersund. Dessutom har ett antal bestånd anlagts med material från framkorsade familjer.
- 4) Man har även arbetat med en teknik som skall göra odlingen av vävnadskulturförökade hybridaspkloner billigare.

#### 6.3.1.5 Erfarenheter med förädling av *Salix* i Sverige

Förädling av *Salix* startade på SLU i mitten av 1980-talet. En strategi för lång- och kortsiktig förädling av *Salix* baserad på *S. viminalis* utarbetades vid dåvarande Institutionen för skogsgenetik (Eriksson m.fl., 1984). Den långsiktiga strategin gick ut på att bygga upp ett antal inavelspopulationer av *S. viminalis* som i framtiden skulle kunna korsas för att möta nya krav på produktion eller sjukdomsresistens. Den kortsiktiga, kommersiella förädlingen bedrivs sedan 1987 av kommersiella aktörer. Sedan förädlingen inleddes görs det mellan 50 och 100 korsningar per år, vilket ger mer än 10 000 nya hybrider årligen som selekteras i observationsförsök under ett antal år. Förädlingen är främst inriktad på korsningar mellan *S. viminalis* och *S. dasycados*, men också andra arter är involverade. I början användes framför allt det svenska och central-europeiska materialet, men redan 1989 gjordes de första insamlingarna i området kring Kirov i centrala Ryssland och i östra Sibirien. Sedan 1999 görs insamlingar i södra Europa för att få in material med god tolerans mot torka och höga sommartemperaturer (Stig Larsson, Lantmännen SW Seed, pers. komm., 2010).

Hög tillväxt är det viktigaste urvalskriteriet samtidigt som frosthärdighet och resistens mot bladrost och skadeinsekter prioriteras i olika faser av urvalsprocessen. Dessutom ska de utvalda klonerna vara anpassade för den odlingsteknik som tillämpas i kommersiella *Salix*-odlingar (Larsson, 1998). Det ryska och sibiriska materialet har via korsningar gett kloner med hög tillväxt, god frosthärdighet och en mycket god resistens mot bladrost (Åhman & Larsson, 1994). Verksamheten har hittills resulterat i tioalet kommersiella sorter, där de nyaste har upp emot 60 % högre tillväxt än referenssorten L78183.

Medelproduktionen i de svenska *Salix*-odlingarna har varit en bra bit under den produktionsnivå som uppmätts i långliggande försök (Mola-Yudego & Aronsson, 2008). Många odlare är därför besvikna, vilket resulterat i en minskning av den totala *Salix*-arealen under 2000-talet (Helby m.fl., 2006). En förklaring till det dåliga resultatet är att man inte använt det bästa genetiska odlingsmaterialet men främst beror det på bristfällig etablering och skötsel. I början av 1990-talet etablerades merparten av *Salix*-odlingarna med hjälp av generösa statliga bidrag, vilket bidrog till att även lågproduktiva och i övrigt olämpliga marker planterades. Ogräskontrollen var dessutom ofta bristfällig och gödsling utfördes inte av ekonomiska skäl. I kombination med skador orsakade av frost, bladrost och insekter har detta medverkat till betydande produktionsförluster och luckighet i odlingarna. Dessvärre är odlingssystemet med *Salix* inte flexibelt och det är svårt att kompensera produktionsförluster som orsakats av en hög plantdödlighet genom att t.ex. förlänga skördeintervallet.

*Salix* har bedömts vara den energigröda som har de bästa förutsättningarna för odling på svensk jordbruksmark, främst med tanke på dess resurs- och energieffektivitet och goda miljöegenskaper (Andersson, 2007). Under senare år har flera projekt tillkommit som syftar till att effektivisera *Salix*-förädlingen, bl.a. genom att kartlägga den genetiska bakgrunden till flera viktiga egenskaper (Weih & Bonosi, 2009; Rönnberg-Wästljung m.fl., 2008). Man har därvid haft stor nytta av kartläggning av genomet hos *P. trichocarpa* (Berlin m.fl., 2010). Resultaten banar väg för en praktisk tillämpning av genetiska markörer i *Salix*

förädlingen, i första hand för karaktärisering av föräldrar och avkomma för resistans mot bladrost (Åhman & Rönnerberg-Wästljung, 2009).

### 6.3.2 Förädling – framtida forskning

#### 6.3.2.1 Allmänt

Inför en förväntad kraftig ökning av odlingsarealen av hybridasp och övrig poppel är det nödvändigt att testa fram fler bra kloner. Användandet av ett fåtal kloner ökar bl.a. risken för att resistensen mot patogener som t.ex. *Entoleuca mammatum* (stamkräfta), *Melampsora larici-populina* (bladrost) och *Xanthomonas populi* (bakteriekräfta) bryts ned. Det skall också påpekas att vi i dag har dålig kännedom om de utvalda klonernas resistens mot dylika sjukdomar eftersom vi endast har utgått från trädvisa bedömningar i fältförsöken. En allvarig nackdel med denna strategi är att man inte vet om de aktuella skadesvamparna förekommer på odlingslokalen eller i dess närhet. De kloner som rekommenderas till massförökning kan alltså vara känsliga mot specifika svampar utan att vi vet om det. För att verifiera informationen från fältet behövs därför resistenstester som görs under mer kontrollerade former i laboriemiljö. Betydelsen av detta har accentuerats, inte bara p.g.a. det ökade odlingsintresset, utan också mot bakgrund av den sannolikt kommande klimatförändringen. En höjd medeltemperatur i samband med en prognostiserad ökad nederbörd, främst under höst, vinter och vår, innebär sannolikt ett ökat infektionstryck från olika patogener.

Det mest kostnadseffektiva alternativet för att förbättra odlingsmaterialet av poppel på kort sikt är att göra nya urval i befintliga svenska försök och samtidigt testa ett urval av kloner som redan tagits fram av andra förädlingsorganisationer. Vi har genom goda kontakter möjlighet att få tillgång till kloner som tagits fram av förädlingsorganisationer i Belgien, Holland, Frankrike, Tyskland och Italien, där poppelförädlingen är relativt intensiv. De kloner som väljs för fälttestning blir då sådana, som förutom hög tillväxt och bra vitalitet, också bedöms vara anpassade till det sydsvenska klimatet.

Dessa sydliga kloner är dock sannolikt inte anpassade för mellersta Sverige och definitivt inte för norra Sverige. Till dessa områden väljs i första hand bra kloner från befintliga försök i mellersta och norra Sverige. De genetiska egenskaperna testas sedan i gemensamma fältförsök på ett antal lokaler inom det tänkta odlingsområdet, varefter urval av de bästa klonerna görs till kommersiell odling.

Arbetet med befintligt material måste emellertid följas upp med en mer långsiktig strategi, varvid korsningar från utvalda träd av nordliga provenienser och mellan-euroasiatiska och nordamerikanska poppelarter kan tänkas ingå. Detta görs i första hand genom materialutbyte med europeiska forskargrupper och förädlare och i andra hand genom nyinsamling av pollen och frö från nordamerikanska och asiatiska naturbestånd och klonarkiv. Arbetet skall leda till att säkra en tillräckligt stor genetisk variation i den långsiktiga förädlingen.

Samma princip gäller för hybridasp, d.v.s. att på kort sikt fälttesta kloner som 1) väljs i befintliga svenska fältförsök, och som 2) tagits fram i andra länder såsom Finland, Estland, Lettland, Litauen och Tyskland. Detta är dock på sikt en återvändsgränd varför nytt basmaterial av såväl *P. tremula* (norra Europa)

som *P. tremuloides* (norra USA, Kanada) behövs för att genom korsningar långsiktigt successivt framställa ett nytt och bättre material.

Eftersom intresset är stort för både hybridasp och poppel i vårt närområde (Finland, Baltikum, Polen, Tyskland) bör det finnas goda möjligheter att få igång ett samarbete vad gäller materialinsamling, klonutbyte och fälttestning. Att testa samma kloner på många lokaler med olika klimatområden är en stor fördel inför en kommande klimatförändring.

### 6.3.2.2 Förädlingsmål

Huvudsyftet med förädlingsarbetet är att för olika delar av landet ta fram ett material som är vitalt och har bra tillväxtegenskaper. Med ”vitalt” avses egenskaper som är kopplade till klimatisk anpassning och motståndskraft mot allvarliga patogener och med ”bra tillväxt” avses egenskaper såsom höjd, diameter och densitet. Stamkvalitet (rakhet, kvistighet) är inte av någon större betydelse om odlingen enbart syftar till att producera bioenergi och av måttlig betydelse för produktion av massaved. För produktion av tändsticksvirke eller timmer ökar dock kraven på stamkvalitet. Generellt sett bör rakhet beaktas vid förädlingsarbetet. Kvistighet är av mindre vikt dels för att denna till stor del kan styras via skogsskötsel (förband, stamkvistning, gallring) och dels för att produktionen av timmer sannolikt kommer att vara liten jämfört med sortimenten bioenergi och massaved.

Resultaten från fältförsök med hybridasp och poppel visar att det genetiska inflytandet är starkt för tillväxtegenskaper och att det finns en stor genetisk variation mellan kloner (Stener & Karlsson, 2004; Stener 2004, 2010). Dessutom är de genetiska korrelationerna mellan mätningar vid olika åldrar och mellan olika försök starka. Det indikerar att en selektion av kloner kan ge ett kraftfullt resultat redan efter tidiga utvärderingar utifrån tester på en eller två lokaler. Poppel som ofta har problem med klimatanpassningen bör dock testas på flera lokaler inom det tänkta användningsområdet. Eftersom kräftskador blir synliga först efter ca 10 års tillväxt bör man avvakta ett definitivt urval till denna ålder såvida inte resistens testas i laboriemiljö (se nedan).

Stamkvalitetsegenskaper såsom rakhet, grengrovlek, grenvinkel och grenantal har också ett relativt starkt genetiskt inflytande i klontesterna med hybridasp (Stener & Karlsson, 2004). Korrelationen mellan tillväxt och rakhet är dock ofördelaktig, d.v.s. de mest produktiva klonerna tenderar att få sämre rakhet. Samma ofördelaktiga samband föreligger för grentjocklek. Det bör dock påpekas att medelvärdena för dessa kvalitetsegenskaper är sådana att de inte utgör ett problem om virket i första hand skall användas som massaved, men om materialet huvudsakligen ska användas till sågbart virke eller faner bör hänsyn tas till såväl kvalitet som tillväxt vid klonurvalet.

Kräftskador på stammar och grenar kan bl.a. orsakas av *Entoleuca mammata* (tidigare *Hypoxylon mammatum*), *Neofabrea populi*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas* och *Leucostoma niveum* (tidigare *Valsa nivea*), och kan vara allvarliga och t.o.m. dödliga för träd tillhörande poppelsläktet. Dessutom kan upprepade infektioner av olika bladrostsvampar såsom *Melampsora*, *Septoria* och *Marsonia* ge kraftiga tillväxtreduktioner. I Sverige har allvarliga kräftskador på hybridasp bl.a. rapporterats av Ilstedt och Gullberg (1993). Att olika kloner är olika

känsliga för kräftskador har visats i ett flertal studier (t.ex. Copony & Barnes, 1974). Resistenstestning är därför ett viktigt moment vid förädling av poppel i länder som t.ex. Belgien, Holland och Frankrike där produktion av poppelvirke är relativt betydelsefull.

Ytterligare en egenskap att ta hänsyn till i förädlingsarbetet är klonens förökningsförmåga, vilken är av stor betydelse vid den kommersiella plantproduktionen. Om klonerna specifikt skall användas till energiproduktion är även kalorimetriska egenskaper viktiga och vedens färg, som kan variera kraftigt mellan olika kloner, är av betydelse vid produktion av pappersmassa.

### 6.3.3 Plantproduktion och olika typer av planteringsmaterial

#### 6.3.3.1 Hybridasp

Hybridasp massförökas vegetativt, främst genom vävnadskulturteknik, där kloning sker via plantans knoppar. Denna teknik är arbetsdryg eftersom den inkluderar flera moment i laboratoriemiljö och slutligen odling av täckrotsplanta på friland, varför den oftast bedrivs i länder med lägre arbetskostnader än i Sverige (t.ex. Estland, Lettland). Sticklingproduktion via rotskott, örtartade skott från beskurna hybridaspplantor (Yu m.fl., 2001) och via 3 cm långa rot-delar från 2-åriga hybridasp är andra sätt att massföröka hybridasp. Massförökning i form av vedartade grensticklingar, som är en billig metod som används för poppel, har inte varit framgångsrik. Förökningstekniken för asp är dock under utveckling. En möjlig teknologi är exempelvis automatiserad somatisk embryogenes, som i Sverige befinner sig i en långt framskriden utvecklingsfas för gran, men nu också testas för olika poppelkloner (Ulrika Egertsdotter, SweTree Technologies AB, pers. komm., 2010). För närvarande säljs i Sverige svensk hybridasp för odling inom odlingszon 1–4 och finsk hybridasp för odling inom odlingszon 3–6 ([www.svenskaskogsplantor.se](http://www.svenskaskogsplantor.se)).

#### 6.3.3.2 Övrig poppel

Massförökning av *Aigeiros*- och *Tacamahaca*-popplar sker med ettåriga vedartade grensticklingar. Rotningsförmågan skiljer sig dock betydligt mellan olika poppelkloner. Sticklingar produceras i moderhäckar där plantorna årligen kapas under vintern på ca 15 cm höjd för att stimulera produktion av nya skott. Moderhäckarna används vanligtvis i 5–10 år varefter de byts ut. Infektion av stamkräfta på de blottade kapyrtorna kan vara ett problem. I Italien har man därför utvecklat ett system med ettåriga moderhäckar för korta sticklingar och tvååriga moderhäckar för långa sticklingar. Detta system är arbetsintensivt men levererar sticklingar av jämn kvalitet.

#### *Sticklingar av vilande ettåriga skott*

Sticklingar kan användas för direktstickning i marken vid etablering på fuktig jordbruksmark (Figur 6.4). Här är sticklingsstorleken av stor betydelse eftersom för korta eller för smala sticklingar ofta visar dålig överlevnad. De bör vara 20–30 cm långa, ha en toppdiameter på minst 1 cm och en levande knopp 2–3 cm från toppen. Det mekaniserade planteringssystem som används i svenska *Salix*-odlingar kan förmodligen inte tillämpas på poppel vars skott har färre stora knoppar och är skörare, vilket gör att de lätt bryts av. Eventuellt skulle maskinell plantering kunna användas för *Aigeiros*- men inte för *Tacamahaca*-popplar. En mekaniserad plantering är förmodligen inte heller ekonomisk



försvarbar i Sverige eftersom en typisk poppelodling etableras med relativt få plantor (ca 1 100 plantor ha<sup>-1</sup>) och på en relativt liten areal. Medelarealen kan komma att ligga på samma storleksordning som för *Salix*, d.v.s. 2–3 ha. (Mola-Yudego & Aronsson, 2008).



Figur 6.4.

Etablering av poppel med sticklingar på betesmark norr om Uppsala. Foton: Almir Karačić). *Vänster:* Trots ogräsbesprutning och gynnsamma markförhållanden med god vattentillgång har dessa ca 20 cm långa sticklingar dåliga odds att överleva den första odlingssäsongen.

*Mitten:* Ca 70 cm långa sticklingar, ca 40-50 cm under markytan har något bättre förutsättningar att klara av sorknag, insektsskador och konkurrerande ogräs.

*Höger:* Möjligheten att använda sticklingar för etablering av poppel på skogsmark bör utredas ytterligare. Tillgång till vatten under försommaren kan vara problematisk för korta sticklingar men längre sticklingar klarar sig bättre. Sticklingar bör sättas direkt efter avverkning av gammal skog då ogräsförekomsten är begränsad.

Fördelen med vedartade sticklingar är ett lågt inköpspris och en låg planteringskostnad. Däremot kräver en lyckad plantering en grundlig ogräsbesprutning och markbearbetning, liknande den som görs för ettåriga jordbruksgrödor. Preliminära studier vid SLU och SweTree Technology AB tyder på att det är tveksamt om direktstickning kan användas för etablering på skogsmark eller på mullrik betesmark. Till sådana marker får man i stället odla fram rotade sticklingar (barrots- eller täkrotsplantor). Unga sticklingsplantor är känsliga för torka, sorknag och skador av *Chrysomela tremulae*, som vid större förekomst kan avlöva små plantor.

### *Långa sticklingar*

Långa sticklingar (0,5–3 m) är ett alternativ för etablering av poppel på skogs- och jordbruksmark (Figur 6.5). De är särskilt användbara vid etablering av poppel på gamla betesmarker, där ogräs och sorkskador försvårar etableringen. Långa sticklingar sätts under våren ner till ett djup på 80 cm. Fördelen med långa sticklingar är att man inte behöver ogräsbespruta och markbereda ytan. Sticklingsdelen under mark bildar rotsystem på flera nivåer och kan redan från början anpassas till förändringar av grundvattennivån. Grova dimensioner gör också att sticklingarna klarar av sorknag och ogräskonkurrens. I frostlänta lägen utgör längden en extra fördel eftersom den övre stamdelen inte blir lika frostexponerad.

Den här typen av odlingsmaterial finns ännu inte kommersiellt tillgänglig i Sverige men är under utveckling. Högt inköpspris och höga kostnader för plantering är de främsta nackdelarna. Det finns dock goda möjligheter att mekanisera arbetet genom att i förväg borra hål för sticklingarna. I Italien och

på Balkan använder man sig ofta av rotade långa sticklingar. Dessa fördyrar dock etableringen ytterligare.



Figur 6.5.  
Långa sticklingar av *P. trichocarpa* planterade i maj 2010 på betesmark i närheten av Tierp. Bilden är tagen i juni månad samma år. Till vänster på bilden syns även en rad med långa sticklingar etablerade året innan. Etableringen lyckades till 100 % utan markberedning eller ogräsbesprutning. Dessa långa sticklingar har också klarat sig helt undan sorkskador som var omfattande på intilliggande yta planterad med barrotsplanter. Användning av långa sticklingar kan vara positiv även från miljösynpunkt. Foto: Almir Karačić.

### *Plantor*

Barrotsplanter av poppelklonen 'OP-42' produceras för närvarande, bl.a. av Svenska Skogsplanter AB, genom rotning av 5–10 cm långa sticklingar som under växtsäsongen utvecklas till ca 1 m höga planter. Barrotsplanter måste planteras i vilande tillstånd, helst under våren. Hösten är ett alternativ för plantering, men här är risken större för avgång p.g.a. sork och uttorkning. En fördel med produktion av barrots- jämfört med täckrotsplanter är att odlingen i plantskolan lättare kan anpassas till klonens morfologiska karaktär och plantstorlek. Planteringskostnaderna är dock något högre och hanteringen mer känslig än för täckrotsplanter.

Täckrotsplanter av poppel odlas också i Sverige och kan planteras med planteringsrör, planteringsborr eller liknande verktyg (Figur 6.6). De senare är att föredra framför planteringsrör eftersom plantorna kan sättas djupare, vilket gör dem mindre känsliga för torka. Plantorna kan i princip sättas under hela vegetationssäsongen men vår och försommar är att föredra (se ovan om barrot).





Figur 6.6.  
Produktion av barrotsplanter av *P. trichocarpa*. Den här typen av plantproduktionssystem är väl lämpad för poppel. Det återstår dock mycket arbete med att göra produktionen kostnadseffektiv. Foto. Ronny Anngren, Svenska Skogsplanter AB.

Konkurrerande vegetation kan vara ett stort problem för alla typer av plantor de två, tre första åren efter plantering. Därför är det viktigt att plantorna är vitala och stora samtidigt som det skall vara god proportion mellan plantlängd och rötter. Optimering av plantproduktionen av poppel för olika typer av förhållanden bör ske i nära samband med arbetet med förädling och etablering.

## 6.4 SKADOR OCH SJUKDOMAR

### 6.4.1 Klimatskador

Förflyttning av poppelkloner förädlade i Syd- och Centraleuropa till Sverige medför en ökad risk för frostsador under höst- och vintermånaderna. Skadorna kan bl.a. resultera i en ökad mortalitet, reducerad tillväxt och försämrad virkeskvalitet. Dessutom kan de överlevande plantornas motståndskraft mot svamp- och bakteriesjukdomar försvagas.

I glesare bestånd kan stamsprickor bildas under vårvintern förmodligen som ett resultat av låga lufttemperaturer i kombination med en snabb uppvärmning på den sydöstra eller sydvästra sidan av stammen (Figur 6.7). Dessa skador medför sällan att träden dör men försämrar virkeskvaliteten. Klimatskador förebyggs genom aktiv skogsträdsförädling, d.v.s. genom testning och urval av individer som är anpassade till klimatet i det tänkta odlingsområdet. Sedan kan odlaren själv, utifrån det material som finns tillgängligt, undvika frostkänsliga lägen vid etableringen.

Förutom frostsador kan poppelbestånd drabbas av stormskador (Figur 6.7). Erfarenheterna hittills visar att poppel bildar ett relativt ytligt rotsystem på bördig jordbruksmark och det finns indikationer på att hybridasp är mindre känslig än övrig poppel. De korta omloppstiderna innebär dock att risken för större ekonomiska bakslag bedöms som relativt låga.

Försommartorka är ytterligare ett klimatrelaterat problem i Sverige, som kan försvåra etableringen, särskilt om den görs med korta sticklingar.



Figur 6.7.

**Vänster:** Poppel faller lätt. På jordbruksmark i södra Sverige kan vindskador på poppel uppstå redan efter 8–10 år när beståndet har nått en medeldiameter på ca 15 cm och medelhöjden är ca 15 m. Stammarna bryts ofta inte utan fälls mer eller mindre intakta, vilket innebär att man kan upparbeta och ta tillvara av virket (Karačić, 2005).

**Höger:** Klimatsador på södra sidan av stammen uppstod under kalla vinterdagar efter gallring i ett 15 år gammalt *P. trichocarpa*-bestånd i närheten av Umeå (Elfving, 2009). Foton: Almir Karačić.

#### 6.4.2 Viltskador

Hybridasp och poppel är favoritföda för sork, hare, rådjur, hjort och älg som alla äter bark och unga skott. I etableringsfasen kan dessa växtätare orsaka stora skador och kraftigt minska plantöverlevnaden. Genom att fläka den relativt tunna barken på hybridasp kan älgen orsaka stora skador även i bestånd äldre än 15 år (Figur 6.8). Det är därför i princip alltid nödvändigt att inhägna poppel- och hybridaspodlingar och underhålla stängsel under hela omloppstiden för hybridasp och åtminstone halva omloppstiden för poppel (Johansson, 2010). Skottuppslaget efter avverkning av ett hybridaspbestånd är ofta så rikligt att viltbetning inte utgör något problem inledningsvis, men problemen kan uppstå senare efter att uppslaget har gallrats ner till det antal stammar som ska bilda slutbeståndet. Övriga popplar brukar ha grövre bark än hybridasp och älgskador på äldre träd är sällsynta. Det finns exempel på ohägnade poppelbestånd i Sverige utan viltskador, även i områden där man har registrerat omfattande älgskador på närliggande ytor av björk och hybridasp. Dessa bestånd var anlagda med poppel av balsamtyp (*P. trichocarpa*, *P. balsamifera*, och

*P. maximowiczii*). Med tanke på den stora populationen av vilt som finns i Sverige och kostnaden för att stängsla, speciellt små odlingar, skulle det vara av stort värde om man vid förädlingen kunde ta fram nya sorter som var mindre viltbegärliga.

Det är svårt att skydda planteringar från sorkskador även om sorkskydd finns i form av plastspiraler som sätts runt unga plantor. Under ”sorkår” kan avgången i unga planteringar vara betydande, särskilt på mullrika, ”lätta” marker där det också är svårt att hålla ogräset under kontroll (Figur 6.8). Ogräskontroll med hjälp av herbicider och/eller genom mekanisk markbearbetning är det effektivaste sättet att minska sorkskador. Genom att etablera poppel med långa sticklingar kan man förmodligen undvika sorkskador (se Figur 6.5).



Figur 6.8.

**Vänster:** Älgskador på 15 år gammal hybridasp i närheten av Uppsala ett år efter nedtagning av stängsel. Virket är fortfarande användbart som energi- och massaved.

**Höger:** Sorkgnag på unga poppelplantor kan orsaka allvarliga avgångar. I det här fallet har sorken under det höga snötäcket lyckats gnaga längs hela stammen. Foton: Almir Karačić.

### 6.4.3 Insektsskador

En systematisk kartläggning av insektsskador på poppel och hybridasp i Sverige saknas för närvarande. Här tas endast de mest allvarliga arterna upp.

Av de bladätande insekterna kan i första hand aspglansbaggen (*Chrysomela tremulae*, *C. populi*) nämnas. Dessa baggar och deras larver kan vissa år uppträda i stora antal under vår och försommar och kan orsaka stora skador i form av nedsatt tillväxt och ökad dödlighet på unga plantor (Figur 6.9). De anses föredra mjuka aspblad men äter även blad av andra popplar. I plantskolor är det oftast nödvändigt att skydda unga plantor med hjälp av insekticider.

På *P. trichocarpa* har man observerat gallbildningar i form av en ringformad förtjockning runt unga skott, orsakade av klubbhornsstekeln (*Cimbex femorata*, *C. luteus*). Dessa förtjockningar försvagar toppskotten som speciellt i lövat stadie kan brytas av i samband med kraftig vind (Lars Christersson, pers.



komm., 2010). På hybridasp har man också observerat skador av mindre aspvedbocken (*Saperda populnea*), vars larver lever i unga unga skott (Almgren, 1990).

Det är troligt att insektsskador på poppel och hybridasp kommer att öka med en ökad odlingsareal. För närvarande har man möjlighet att skydda plantorna i plantskolorna genom besprutning med pesticider. En strategi att minska skador av diverse skadegörare i bestånden är att etablera odlingar med en blandning av olika kloner eller åtminstone blockvis plantering av olika kloner (Delplanque, 1998).



Figur 6.9.

**Vänster:** Aspglansbagge (*Chrysomela populi*) kan avlöva unga plantor av poppel och hybridasp.

**Höger:** Allmän gaffelsvans (*Cerura vinula*) kan också avlöva enskilda poppelplantor men uppträder sällan i någon större mängd. Foton: Almir Karačić.

#### 6.4.4 Sjukdomar

Bland de allvarligaste sjukdomarna på poppel och hybridasp tillhör stam- och grenkräfta orsakad av *Neofabrea populi*, *Entoleuca mammatum* (*Hypoxylon mammatum*) och *Leucostoma niveum* (*Valsa nivea*), *Xanthomonas populi*, *Septoria*, och *Dothichiza spp.* Dessa sjukdomar orsakar allvarliga produktionsförluster, stambrott och kan ibland leda till att stora delar av infekterade bestånd dör inom loppet av 3–8 år efter infektionen.

Patogener som orsakar bladrost och bladfläckighet (*Melampsora spp.*, *Marssoniana spp.*, *Septoria spp.*) hos poppel och hybridasp är kända för att kunna orsaka betydande produktionsförluster, försvaga och exponera träden för sekundära skadegörare och sjukdomar (Steenackers m.fl., 1996). Se även avsnittet om förädlingsmål (under 6.3.2).

#### 6.5 REGLER OCH INFORMATION OM ODLINGSMATERIAL

I dag finns ett begränsat utbud av odlingsmaterial av hybridasp och övrig poppel i Sverige. Hos Skogsstyrelsen finns tre klonblandningar registrerade, två för hybridasp och en för poppel (tabell 6.4).

Tabell 6.4.

Odlingmaterial av hybridasp och poppel registrerat hos Skogsstyrelsen för användning på svensk skogsmark.

Namn	Rikslängds nr	Kategori	Antal kloner
Ekebo Hybridasp 2, Frak C, 5 kl	KB-002C	Testat	5
Ekebo Hybridasp 2, Frak B, 10 k	KB-002B	Testat	10
Ekebo Hybridasp 2, Frak A, 5 kl	KB-002A	Testat	5
Ekebo Hybridasp 2	KB-002	Testat	15
Ekebo Hybridasp 1	KB-001	Individutvald	7
Ekebo Poppel 1	KB-003	Testat	15

Försäljning av skogsodlingmaterial regleras enligt EU-rådets direktiv 1999/105/EG (2000). Införsel av poppel och hybridasp från ett EU-land för plantering på skogsmark måste anmälas till Skogsstyrelsen. Om materialet är godkänt av det exporterande landet gör Skogsstyrelsen inte ytterligare kontroll av materialets lämplighet för plantering på svensk skogsmark. Odlingmaterial av poppel och hybridasp till skogsmark får inte importeras från ett land utanför EU utan särskilt tillstånd från Skogsstyrelsen.

Vid införsel av poppel och hybridasp för plantering på jordbruksmark anses syftet vara annat än skogsodling och föreskrifter från Jordbruksverket gäller (Sanna Black-Samuelsson, Skogsstyrelsen, pers. komm., 2010). Anmälan skickas till Jordbruksverket. Vid införsel från ett EU-land måste odlingmaterial i vissa fall ha ett växtpass. Detta är t.ex. fallet vid import från områden där utbrott av asiatisk långhorning, *Anoplophora chinensis*, har registrerats, såsom Lombardiet i norra Italien. Vid införsel från land utanför EU måste tillstånd sökas hos Jordbruksverket. Därvid krävs ett sundhetscertifikat som intygar att växtmaterialet är fritt från EU:s ”karantänkadegörare”. Sundhetscertifikat utfärdas av växtskyddsmyndigheten i exportlandet.

För plantering på jordbruksmark finns i dag inga regler om huruvida importerade kloner skall finnas registrerade för kommersiell användning i exportlandet. Det finns alltså inga begränsningar vad gäller användning av annat material än det som klassas som kvalificerat och testat enligt EU-rådets direktiv 1999/105/EG (2000).

För närvarande finns ingen reglering som hindrar plantering av poppel- och hybridaspkloner som är olämpliga för användning på skogs- och jordbruksmark i Sverige. Sorter som är godkända inom EU kan fritt användas oavsett om de är anpassade till klimatet eller ej. För material som skyddas av upphovsrätt begränsas användning, försäljning och spridning enligt växtförädlarrättslagen (1997:306). För material förädlad i Sverige förärvas växtförädlarrätt genom registrering av sorten hos Jordbruksverket.

Regler och bidrag vid kommersiell odling av *Populus* beskrivs i kapitel 8.2 ”Regler för odling och marknad”.

## 7 Odlingssystem

### 7.1 INLEDNING

Poppelsläktet växer naturligt på en bred skala av ståndorter: från boreal till subtropisk miljö, från höglägen till lågland. På vissa ställen i den boreala zonen kan träden bilda stora sammanhängande skogar liksom längs större flodområden. På andra områden förekommer de i små bestånd eller grupper samt i smala stråk. Poppelsläkte indelas i olika poppelsektioner samt en aspsektion där bl. a. den europeiska aspen (*Populus tremula* L.) ingår.

Karakteristiskt för hybridpoppel och hybridasp är deras produktionsförmåga under en kort omloppstid, 15–30 år (Figur 7.1). Av nedanstående tabell (tabell 7.1) framgår att deras volymtillväxt är väsentligt högre än för de övriga arter som tagits med i jämförelsen.

Tabell 7.1.  
Data för arter tänkbara för odling på jordbruksmark

Art	Jordart <sup>1)</sup>	Omloppstid, år	Tillväxt, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>	Densitet, g cm <sup>-3</sup>	Skaderisk <sup>2)</sup>	Odlingsbarhet
Al	Mjåla-mellanlera	40-60	3-17	0,230–0,490	(S)	SSV-NSV
Asp	Mo-lättlera	50-70	4-10	0,440	V	SSV-NSV
Björk	Sand-lättlera	45-60	2-12	0,525	V	SSV-NSV
Hybridasp	Mo-lättlera	20-30	8-35	0,295–0,565	I V	SSV, MSV, NSV
Hybridpoppel	Mo-lättlera	20-30	8-40	0,270–0,400	S I V	SSV, MSV, (NSV)
Hybridlärk	Mo-lättlera	35-60	5-20		V	SSV, MSV, (NSV)
Gran	Mo-lättlera	50-80	5-16	0,280–0,430	S	SSV-NSV

<sup>1)</sup> Jordart – Omfattar både sediment och morän

<sup>2)</sup> Skaderisk – S = svampar; I = insekter; V = Vilt



Figur 7.1.  
Bestånd av hybridpoppel (klon 'OP-42') planterat 1990 på f.d. åkermark i Sätuna norr om Uppsala. Före planteringen behandlades marken med Roundup. Ursprungligt plantantal var 1 100 st. ha<sup>-1</sup>. Beståndet gallrades 2004 till 875 stammar ha<sup>-1</sup>. Foto: Tord Johansson.



## 7.2 POPPEL

### 7.2.1 Allmänt

Internationellt har odling och användning av poppel förekommit under historisk tid (Zsuffa m.fl., 1996). Eftersom den växer mycket snabbt kan den utnyttjas för många ändamål: bränsle, timmer, kreatursfoder, vid läplanteringar för skydd mot vind eller för att förhindra jordflykt eller erosion (Heilman m.fl., 1995). Vidare bidrar den till en ökad biodiversitet och en omväxlande landskapsbild. Under senare tid har planteringar av poppel börjat användas för att förhindra att vatten som innehåller tungmetaller eller andra olämpliga substanser liksom näringsämnen förorsakar skador på närliggande miljöer. Poppel har möjlighet att lagra dessa ämnen (Adler, 1996; Henry, 1991).

Den naturliga utbredningen av poppel omfattar 70,6 miljoner hektar och har sin största utbredning i Kanada, Ryssland, USA och Kina (Anon., 2008, tabell 5.1). Arealen med planteringar av poppel är i dag tämligen begränsad. Totalt finns det 7,9 miljoner hektar planterad poppel i världen, varav 5,3 miljoner hektar är plantageliknande skogar som syftar till att producera virke eller skydda miljön. Det finns fem länder som har mer än 100 000 hektar med poppelplanteringar. Kina är störst med 73 % av den totalt planterade arealen i världen. Därefter följer Indien med 1 miljon, Frankrike 0,24, Turkiet 0,13 och Italien med 0,12 miljoner hektar (Anon., 2008). Vidare finns det sju länder (bl. a. USA med 45 000 ha) som har mellan 30 000 och 100 000 hektar och ytterligare tre länder som har mellan 10 000 och 30 000 hektar poppelplanteringar.

I Europa odlas poppel för att ge råvara framför allt för massa- och pappers-tillverkning samt för framställning av olika skivmaterial. I Italien omfattar arealen med odlad poppel 1,3 % av den totala skogsmarken. Produktionen från poppelodlingarna utgör dock ca 45 % av den inhemska virkesproduktionen för industriella ändamål (Castro & Fragnelli, 2006). Virket av poppel används i bl. a. Belgien och Chile vid tillverkning av möbler. Poppel används som brännved i många länder. Odling av poppel för biobränsle förekommer i Europa. På Nya Zeeland hamlas poppel för produktion av foder åt får.

Den tänkta råvaran vid skörd av den anlagda planteringen styr utformningen av planteringen i form av bl.a. markbehandling, lämplig klon, förband, stamantal, plantform, rotationsperiod och skördemetod. Efterföljande användning av marken kan också styra valet av odlingssystem.

Nedan följer exempel på några av de vanligast förekommande systemen vid odling av poppel:

#### 7.2.1.1 Odlingar med kort rotationsperiod (SRF)

Vanligtvis sker planteringarna, som syftar till att producera biomassa för energiändamål, med 0,5 m mellan plantor i raderna och 3 m mellan raderna, vilket ger totalt 6 600 plantor ha<sup>-1</sup>. Plantstorleken är ungefär 20 cm. Planteringen sker maskinellt på marker som är bearbetade och fria från vegetation. Rotationsperioden är ca sju år med en ytterligare skörd efter ungefär sju år baserad på stubbskott. Använda kloner är baserade på *Populus deltoides* × *Populus nigra*. Systemet praktiseras i Italien, Frankrike och Spanien.

### 7.2.1.2 Planteringar för virkesproduktion

1. Monokulturer och klonblandningar där popplar planteras i 3–4 m förband praktiseras i norra och centrala Europa (Tyskland och Frankrike), samt i USA och Kanada. Planteringen görs med sticklingar eller rotade sticklingar. Omloppstiden är upp till 30 år.
2. I Italien, Frankrike och Spanien planteras ibland 1 600 plantor ha<sup>-1</sup> i förbandet 2 × 3 m, med två meter mellan plantorna i raden och tre meter mellan raderna. Vid planteringen är plantorna mellan två och tre meter höga. Plantering sker maskinellt där plantsättningen från maskinen görs manuellt. Använda kloner är baserade på *Populus deltoides* × *Populus nigra*. Rotationsperioden är tio år med ytterligare en tioårsperiod med stubbskott.
3. Monokloner planterade i 5–8 meters förband praktiseras i södra och centrala Europa (Italien). Planteringen görs med stora plantor och marken är omsorgsfullt preparerad. Syftet med planteringen är att producera träd med hög virkeskvalitet.
4. Monokloner i 2,5–4 meters förband förekommer på olika ställen. Marken skall vara väl preparerad. Omloppstiden varierar mellan 7 och 10 år. Planteringen sker med sticklingar. Efter avverkning satsar man ofta på en förnygring med rot- eller stubbskott. Nyplantering förekommer också.
5. I Asien, Mellanöstern och Nordafrika planteras svartpoppel och *Populus alba* L. med en meters förband. Omloppstiden är 10–20 år. Virket används som brännved, till husbyggnad och kreatursfoder.
6. I Nordamerika planteras också svartpoppel och *Populus alba* L. med en meters förband och omloppstiden är 10–20 år.
7. I några delar av världen, bl. a. i Asien, praktiseras agroforestry med inslag av poppel. Poppeln planteras i rader med ≥4 meter mellan plantorna.
8. Det förekommer att poppel planteras på skogsmark, t.ex. i Tyskland och norra Europa. Det är monokulturer eller blandskogar med en omloppstid på 40–50 år.

### 7.2.1.3 Läplanteringar

1. Plantering av poppel i en eller flera rader med ett avstånd mellan plantorna på 1–2 meter praktiseras bl.a. i Mellanöstern och Nordafrika.
2. I Ryssland, Ukraina och Kanada används poppel i planteringar som skydd mot stormfällning.
3. Läplanteringar som skydd mot jordflykt görs in Kanada. Hybrider som är frosttåliga (balsampopplar) och som kan användas vid skärmplantering har tagits fram.
4. Plantager som tjänar som skyddsskogar förekommer framför allt i Kina, USA, Rumänien och Italien.

#### 7.2.1.4 Plantering av poppel för upptag av riskavfall

Här handlar det huvudsakligen om planteringar som syftar till att träden skall ta upp tungmetaller och näringsämnen från avfalls- och avloppsvatten och därmed minska mängden riskavfall i jord och vatten.

### 7.2.2 Produktionsresultat vid odling av poppel internationellt och i Norden

#### 7.2.2.1 Internationella erfarenheter av poppelodling

Poppel odlas för produktion av timmer, massaved och biomassa. En mängd rapporter redovisar medeltillväxt för arter av poppel och för olika kloner av hybridpoppel. I en sammanställning av Rytter (2004) ges detaljerade uppgifter för olika arter och kloner. Medeltillväxten för olika arter av poppel, huvudsakligen *Populus trichocarpa*, svartpoppel (*Populus deltoides*) och balsampoppel (*Populus balsamifera*) samt olika kloner, varierade mellan 6 och 11 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Från Tyskland rapporteras medeltillväxter motsvarande 3–14 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för 4–5 åriga bestånd av *Populus trichocarpa* (Jug m.fl., 1999).

#### 7.2.2.2 Nordiska erfarenheter av 10–30-åriga försöksodlingar med poppel *Sverige*

Stora praktiska planteringar med poppel är sällsynta i Sverige. Ett exempel från Skåne finns där man planterade 32 hektar. Planteringen anlades 1991 på åkermark och avverkades 2004. Medelproduktionen skattades till nära 9 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Trots att man inte stängslade området så var överlevnaden 98 % efter 13 år, då avverkning skedde. Beståndet gav ett netto på 1,4 miljoner SEK, dvs. drygt 44 000 SEK ha<sup>-1</sup> (se tabell 8.8). Virket såldes som massaved och energived. Massavedspriset blev detsamma som för asp. Den korta omloppstiden förklarades av att ägarna behövde kapital för en större investering på gården.

Det finns ytterligare ett tiotal planteringar med varierande arealer från 3–15 hektar. I samtliga fall är det klonen 'OP42' som har planterats. Små arealer med poppel anlades vid beskogningssepoken som startade i slutet av 1980-talet. Planteringarna gjordes i forskningssyfte men även för att skapa små planteringar för praktisk demonstration av poppel som skogsträd på jordbruksmark och hur den bör skötas. Så t.ex. har Hushållningssällskapet i Skaraborgs län under ledning av Per-Owe Persson i samarbete med Skogsstyrelsen i länet anlagt en mängd demonstrationsförsök hos olika markägare.

I Sjötorp (Hova) Västergötland anlades 1950 ett försök med poppelarter, poppelhybrider och hybridasp (Persson, 1973). I studien ingick arten svartpoppel och hybriderna *Populus deltoides* × *Populus nigra* ('Serotina', 'Gelrica' och 'Robusta'). Försöket inventerades fram till 1990. Volymproduktionen under de 42 åren varierade mellan de olika poppelarterna och klonerna, där *P. nigra* på grund av frostsador m.m. endast nådde 36 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup>, medan 'Robusta' producerade mest, 489 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup>. Under den sista 8-årsperioden varierade den löpande volymtillväxten mellan 1,6 och 17,1 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>.

I en svensk studie av *Populus trichocarpa* i Västerbotten redovisades en medeltillväxt på 3,3 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för ett 14 år gammalt bestånd (Karačić m.fl., 2003) och 5 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för samma bestånd efter 22 år (Elfving, 2009). Telenius (1999) rapporterade en tillväxt på 7,6 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för 6-åriga bestånd med 5 000 stammar ha<sup>-1</sup>.

### Norge

I Norge anlades 1955 ett planteringsförsök med 21 kloner av *Populus trichocarpa* Torrey & Gray. Resultat efter en 10-årig tillväxt har redovisats av Børset och Langhammer (1966). Man fortsatte studierna med kloner av poppel 1964 (Langhammer, 1974) och undersökte balsampoppelns hårdighet och överlevnadsprocent vid plantering på elva lokaler spridda från sydligaste Norge (Lat. 58° N.) till Tromsø (Lat. 69° N.) i norr. Studierna omfattar ca 50 kloner från Nordamerika (Lat. 43–65° N.). Efter fem år hade en del kloner fått frostsador och andra skador, bl.a. orsakade av torka.

### Danmark

Ett planteringsförsök i Munklinde (Karup hede) med flera träarter anlades med början 1971. Försöksserien omfattade bl.a. arter och kloner av poppel: balsampoppel, kanadapoppel (*Populus × canadensis*) och klon 'OP42'. Resultaten efter 13 år visade att 'OP42' hade producerat 12,6 m<sup>3</sup> sk ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>.

## 7.2.3 Förutsättningar för poppelproduktion

Poppel liksom asp växer bäst på marker med rörligt grundvatten. Lämpliga jordarter är mo och lättlera, antingen som sediment eller morän. På marker med grövre textur blir vatten- och näringstillgången lägre med lägre produktion som följd. På marker med tyngre leror kan bristen på syre i marken trots god närings- och vattentillgång försvåra etablering av poppel. På grund av vårt geografiska läge krävs arter och kloner som är tillräckligt frosthärdiga. Resultat från hittillsvarande verksamhet har inte utmynnat i praktiska rekommendationer där odlingssäkra kloner ingår. Det finns dock inför en klonblandning (Ekebo Poppel 1) i den Rikslängd som Skogsstyrelsen ansvarar för.

## 7.2.4 Odlingssystem för poppel anpassade till Sverige

Ett odlingssystem utformat för svenska förhållanden kommer troligen att omfatta planteringar både på skogsmark och på jordbruksmark. Odlingarna kommer att inriktas på biomassaproduktion och produktion av olika trävaror, inklusive eventuell timmerproduktion. Ett viktigt moment vid odling i större skala är att man skapar bestånd som bidrar till en landskapsbild som är attraktiv för allmänheten.

Vid introduktion av en ny och främmande art för kommersiell odling krävs ett grundligt utarbetat underlag. Produktionen hos hybridpoppel med kloner lämpliga för svenska förhållanden är hög i jämförelse med inhemska lövträdarter. En medeltillväxt motsvarande minst 15–20 m<sup>3</sup> sk ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> kan förväntas. Omloppstiden är kort, 20–30 år. Det är viktigt att med stöd av de inhämtade kunskaperna som rör anläggning och skötsel av poppelodling kunna utforma lämpliga system för odling av råvaror för svenska förhållanden.

Nuvarande kunskaper om användningsområden för poppel i Sverige pekar på att produktion av biomassa för energiändamål är det mest troliga odlings-systemet. Därefter eller i kombination med biomassaodling kan poppeln i större utsträckning än hittills komma att användas i massaindustrin. Timmer av poppel är för närvarande mindre troligt med tanke på att avsättning för vanlig asp och hybridasp som timmer är begränsad. De exempel nedan som bygger på ett lågt stamantal vid anläggningen kan vid behov utvidgas med gallring och en längre omloppstid (30 år) för att gynna timmerproduktion.

Viktiga faktorer vid anläggning och skötsel av planteringen är:

### *Arealstorlek*

Vid anläggning av bestånd spelar arealen en viss betydelse för vilken metod som skall användas. Vid små arealer (<1 ha) kan planteringen med fördel ske manuellt. Uppföljningen av etablering och tillväxt blir enklare eftersom arealen är liten. En eventuell komplettering av skadade eller döda plantor förenklas. Plantering på små arealer ökar dock risken för allvarliga skador orsakade av vilt eftersom en hög andel av plantorna kan skadas på den lilla arealen. Vid plantering på skogsmark ökar risken för viltskador ytterligare varför större arealer (≥5 ha) bör övervägas om man inte kan stängsla området.

### *Lämpliga markförhållanden*

En hög produktion kräver bördiga marker med pH-värden mellan 5 och 7,5 med pH 7 som ett lämpligt värde att sikta mot (Mitchell, 1995). Marken skall ha rörligt grundvatten och jordarten bör vara mo-lättlera eller motsvarande moränjordar. Lokalen bör vara fri från kraftiga vår- och/eller höstfroster.

Plantering av poppel bör ske snarast efter det att åkermarken ha tagits ur bruk. Marken har varit kemiskt behandlad och har oftast en svag gräsvegetation och därmed minskar behovet av bearbetning av marken åtminstone under det första odlingsåret. Jordbearbetning och kemisk behandling av markvegetation bör dock ändå alltid utföras. På skogsmark rekommenderas en kraftig markberedning före plantering.

### *Plantering (planttyp och hårdighet)*

Lämplig tidpunkt för plantering på åker- och skogsmark är under maj till början av juni i södra Sverige. En tidig plantering, i början av april, ökar risken för skador av frost. Marken skall vara fuktig och plantering efter ett kraftigt regn är gynnsamt. Dessa faktorer bidrar till en tidig etablering och snabb tillväxt.

Poppel planteras oftast som rotade sticklingar, vilka här även benämns plantor. De kan antingen köpas i plantskolan eller så skördar man egna sticklingar via skott och grenar från stubbskott eller äldre träd och rotar dessa. Plantor som kan köpas i plantskolor har hittills oftast varit av klonen 'OP-42' men numera finns även Plantage Ekebo tillgänglig. Plantorna som säljs som barrot brukar vara av storleken 80–100 cm. I de fall man använder egna sticklingar bör de sköras under viloperioden fram till knoppskjutningen börjar på våren. Det är också möjligt att använda sticklingar direkt vid plantering, s.k. direktstickning. Den minsta basdiameter för sticklingarna är då 10 mm. Klenare sticklingar har

svårt att etablera sig. Det har dock hittills visat sig vara vanskligt med direktstickning och har i praktiken givit lägre överlevnad än plantor (rotade sticklingar). Vid plantering på skogsmark bör plantor användas för att etableringen skall ske snabbt och effektivt innan konkurrensen från vegetationen blir för stark.

En variant av sticklingar är s.k. långpiskor (whisp), vilka direktsticks. De är 1 – 1,5 meter långa och har en basdiameter på minst 20 mm. Dessa långpiskor kräver rensning av sidoskott och grenar under de första åren för att framtida träd skall få en kvalitativt god stamform och bra virkeskvalitet. De avklippta skotten och grenarna kan användas för framställning av nya sticklingar.

Med de vår- och höstfroster som är vanligt förekommande i Sverige krävs ett plantmaterial som är anpassat till detta klimat.

### *Förband (antal plantor per hektar)*

Senare i kapitlet redogörs för lämpliga förband beroende på syftet med odlingen.

### *Skador*

Skador på plantor och stammar orsakade av vilt förekommer även om frekvensen och storleken är mindre än för t.ex. hybridasp. Några av de sjukdomar som är vanliga i Europa kan bli problem i de svenska odlingarna av poppel: bladrost (*Melampsora allii-populina*), poppelrost (*Melampsora larici-populina* Kleb.) och *Marssonina brunnea* Sacc. Framför allt vissa kloner och hybrider där svartpoppel ingår kan vara känsliga för dessa svampsjukdomar. Under nederbördsrika somrar kan bladen angripas i stor omfattning, vilket medför tillväxtnedsättningar. Angrepp av *Marssonina* kan också sekundärt bidra till andra svampinfektioner i bark och kambium, vilket kan ge upphov till avgångar i beståndet.

### *Stängsel*

I Sverige har vi stora viltstammar, vilket generellt innebär att stängsel bör användas runt odlingarna. Detta gäller speciellt på skogsmark. Det finns dock exempel på större planteringar (20–30 ha) utan stängsel där endast små viltskador har iakttagits. På små arealer (<1–2 ha) är stängsel i regel helt avgörande för planterings överlevnad. Kostnaden för stängsel per arealenhet blir emellertid hög för skydd av små arealer.

### *Avverkningsteknik*

Teknik och teknikutveckling behandlas i kapitel 8.4.

### *Nästa generation av poppel*

Ägaren bör planera för olika alternativ efter avverkningen av första generationen poppel, där stubbrytning och ny plantering av poppel är ett alternativ. Ett annat är att gynna den återväxt i form av stubbskott som etableras efter avverkningen. I regel bygger en vegetativ förryngring av poppel på stubbskott. I vissa fall förryngras poppel även via rotskott. Kunskaper och erfarenheter rörande vegetativ förryngring för ekonomiskt utbyte är bristfälliga, men potentialen är stor för framför allt skörd av biomassa som bränsle.

Med stöd av egna erfarenheter vid enkelställning av stubbskott av björk kan det vara möjligt att även satsa på produktion av timmer baserat på stubbskott. Det krävs dock ett intensivt arbete där skotten successivt avlägsnas från stubben. Efter fyra till fem år bör stubben endast ha ett eller två livskraftiga skott kvar. Skotten skall vara väl förankrade på stubben och ha en rak stam med en grön krona som utgör minst 50 % av trädhöjden.

## 7.2.5 Produktion av poppel för olika ändamål

Nedan ges exempel på system för odling av poppel för enbart biomassa-produktion, för odling för skörd av massaved och biomassa och för odling där även timmersortimentet ingår. Beräkningen av dimensioner och produktionsnivåer bygger på inmätta värden från södra och mellersta Sverige samt resultat som redovisats internationellt, bl.a. från övriga Norden.

### 7.2.5.1 Biomassaproduktion

Poppelns förmåga att snabbt etableras och därefter ha en hög och snabb tillväxt gör den lämplig för odling under korta omloppstider för produktion av biomassa (Heilman m.fl., 1995). Goda förutsättningar för biomassaproduktion är täta bestånd med kort rotationsperiod. Odlingar med täta förband ( $\geq 5\,000$  plantor  $\text{ha}^{-1}$ ) bör inte anläggas på skogsmark med tanke på de höga kostnaderna och de praktiska svårigheterna att bearbeta marken och plantera. Vidare blir det svårt att använda de speciella skördare av den typ som används vid avverkning av täta planteringar såsom i *Salix*-odlingar. Med stöd av erfarenheter från utländskt bruk av poppel beskrivs här några odlingssystem anpassade för svenska förhållanden.

Presenterade odlingssystem bygger på tre alternativ:

- 1) Tätt förband på  $1 \times 1$  m ( $10\,000$  pl.  $\text{ha}^{-1}$ ), omloppstid 5–10 år.
- 2) Tätt förband på  $1,4 \times 1,4$  m ( $5\,000$  pl.  $\text{ha}^{-1}$ ), omloppstid 3–10 år.
- 3) Förbandet  $2 \times 2$  m ( $2\,500$  pl.  $\text{ha}^{-1}$ ), omloppstid 10–15 år.

De två första alternativen är helt inriktade mot en kort och intensiv odling av poppel på jordbruksmark för skörd av biobränsle. I det tredje alternativet kan man välja mellan att skörda allt som biomassa eller dela upp skörden i massaved och biomassa beroende på bl. a. massavedpris och pris för biobränslet samt ägarens mål med odlingen.

Beroende på arealstorlek, avverkningsteknik och mål med odlingen väljs lämplig omloppstid. Vanligtvis används monokulturer, vilka lättare kan skadas vid angrepp av sjukdomar eller insektsangrepp. Vid plantering av stora sammanhängande arealer ( $>5$  ha) kan man som alternativ använda en klonblandning. Man kan blanda klonerna inom hela planteringen eller så delar man upp arealen i mindre delar och planterar olika kloner i varje del.

Den fortsatta skötseln av planteringen består av eventuell bearbetning av marken för att minska gräsväxten. Under det första året kan ymnig gräsväxt bli svår för de unga poppelplantorna. Konkurrens från gräs om vatten kan innebära att tillväxten för poppel minskar. Poppelplantorna har inledningsvis ett grunt rotsystem som ligger på samma djup som gräsets rötter.

På jordbruksmark finns det två alternativ att begränsa problemet:

- Kemisk behandling;
- Mekanisk bearbetning med någon form av fräs där endast det översta 5–8 cm jordlagret bearbetas. Risken är att bearbetningen blir för djup och då kan poppelns rötter skadas.

I tabell 7.2 har de viktigaste åtgärderna sammanställts med prognoser om trolig stamdiameter och skördeutfall vid slutavverkningen beroende på alternativ och omloppstider. Andelen levande plantor per hektar vid slutavverknings-tidpunkten har uppskattats till 92–95 % beroende på omloppstidens längd.

Tabell 7.2.

Förslag på odlingssystem för poppel som syftar till produktion av biobränsle på kort tid.

Biomassaproduktion				
Alternativ	År	Åtgärd	Diam. mm	Biomassa ton ha <sup>-1</sup>
	Hösten år 0	Marken tas ur bruk och bearbetas (fräses), kemisk behandling		
	Våren år 1	Plantering, stängsling, ev. kemisk bearbetning av gräsvegetation, ev. hjälpplantering		
	Våren år 2	Kemisk eller mekanisk bearbetning av marken om gräsväxten är besvärande		
1	1	Plantering med 10 000 pl ha <sup>-1</sup> (1 × 1 m)		
PB1:1	5	Avverkning (9 500 st ha <sup>-1</sup> )	55	50
PB1:2	10	Avverkning (9 250 st ha <sup>-1</sup> )	75	105
2	1	Plantering med 5 000 pl ha <sup>-1</sup> (1,4 × 1,4 m)		
PB2:1	3	Avverkning (4 900 st ha <sup>-1</sup> )	50	25
PB2:2	5	Avverkning (4 800 st ha <sup>-1</sup> )	65	45
PB2:3	10	Avverkning (4 600 st ha <sup>-1</sup> )	100	115
3	1	Plantering med 2 500 pl ha <sup>-1</sup> (2 × 2 m)		
PB3:1	10	Avverkning (2 300 st ha <sup>-1</sup> )	120	90
PB3:2	15	Avverkning (2 200 st ha <sup>-1</sup> )	160	170

#### 7.2.5.2 Massaveds- och biomassaproduktion

De ovan nämnda rekommendationerna för lämplig mark, anläggningsmetoder och skötsel gäller även för odling av poppel för produktion av massaved och tillvaratagande av grenar och toppar (GROT) för biobränsleskörd.

Presenterade odlingssystem (tabell 7.3) bygger på tre alternativ med några varianter:

- 1) Förband 2 × 2 m (2 500 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 10–20 år.
- 2) Förband 2,5 × 2,5 m (1 600 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 10–20 år.
- 3) Förband 3 × 3 m (1 600 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 10–15 år.



Tabell 7.3.

Odlingssystem för poppel syftande till kombinerad produktion av biobränslen och massaved.

Massaveds- och biomassaproduktion					
Alternativ	År	Åtgärd	Diam. mm	Massaved m <sup>3</sup> sk ha <sup>-1</sup>	Biomassa <sup>1)</sup> ton ha <sup>-1</sup>
	Hösten år 0	Marken tas ur bruk och bearbetas (fräses), kemisk behandling			
	Våren år 1	Plantering, stängsling, ev. kemisk bearbetning av gräsvegetation, ev. hjälpplantering			
	Våren år 2	Kemisk eller mekanisk bearbetning av marken om gräsväxten är besvärande			
<b>1</b>	1	Plantering med 2 500 pl ha <sup>-1</sup> (2 × 2 m)			
PM1:1	10	Avverkning utan gallring (2 300 st ha <sup>-1</sup> )	115	185	15
PM1:2	15	Avverkning utan gallring (2 200 st ha <sup>-1</sup> )	145	305	25
PM1:3	10	Gallring (1 300 st ha <sup>-1</sup> )	115	105	10
	20	Avverkning (1 200 st ha <sup>-1</sup> )	210	405	35
<b>2</b>	1	Plantering med 1 600 pl ha <sup>-1</sup> (2,5 × 2,5 m)			
PM2:1	10	Avverkning utan gallring (1 520 st ha <sup>-1</sup> )	140	195	15
PM2:2	15	Avverkning utan gallring (1 500 st ha <sup>-1</sup> )	170	310	25
PM2:3	15	Gallring (750 st ha <sup>-1</sup> )	170	150	15
	20	Avverkning (750 st ha <sup>-1</sup> )	240	345	30
PM2:4	20	Avverkning (1 500 st ha <sup>-1</sup> )	190	400	35
<b>3</b>	1	Plantering med 1 100 pl ha <sup>-1</sup> (3 × 3 m)			
PM3:1	10	Avverkning (1 050 st ha <sup>-1</sup> )	140	140	10
PM3:2	15	Avverkning (1 000 st ha <sup>-1</sup> )	200	305	25

<sup>1)</sup> Av den totala biomassan har 20 % ansetts vara biobränsleuttag

### 7.2.5.3 Massaveds- och timmerproduktion med uttag av biomassa (GROT)

Nedan (tabell 7.4) ges förslag på system för odling av poppel för produktion av timmer och massaved. Omloppstiden blir då något längre än normalt för en snabbväxande art som poppel. Det är dock osäkert hur stor marknad det finns för poppeltimmer i Sverige. Det krävs omfattande studier av hur den framtida timmerkvaliteten kan tänkas bli bl. a. beroende på val av klon och ståndort. För att få grova dimensioner krävs att stamantalet efter ca 15 år är lågt, ca 500 st ha<sup>-1</sup>.

Presenterade system bygger på tre alternativ med några varianter med gallringar som krävs för timmerproduktion. Idén är att producera en hög volym av massaved och biomassa under de första femton åren för att sedan satsa på att nå timmerdimension fram till 25 års ålder.

- 1) Förband, 2 × 2 m (2 500 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 25 år, 2 gallringar.
- 2) Förband, 2,5 × 2,5 m (1 600 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 25 år, 1 gallring.
- 3) Förband 4,5 × 4,5 m (500 pl ha<sup>-1</sup>), omloppstid 25 år, ingen gallring.

Tabell 7.4.

Förslag på odlingssystem för poppel med syfte att producera såväl timmer, massaved som biobränslen.

Massaveds- och timmerproduktion					
Alternativ	År	Åtgärd	Diam. mm	Massaved m <sup>3</sup> sk ha <sup>-1</sup>	Biomassa <sup>1)</sup> ton ha <sup>-1</sup>
	Hösten år 0	Marken tas ur bruk och bearbetas (fräses), kemisk behandling			
	Våren år 1	Plantering, stängsling, ev. kemisk bearbetning av gräsvegetation, ev. hjälpplantering			
	Våren år 2	Kemisk eller mekanisk bearbetning av marken om gräsväxten är besvärande			
<b>1</b>	1	Plantering med 2 500 pl ha <sup>-1</sup> (2 × 2 m)			
<b>PT1:1</b>	10	Gallring (750 st ha <sup>-1</sup> )	115	60	5
	15	Gallring (1 000 st ha <sup>-1</sup> )	185	255	20
	25	Avverkning (750 st ha <sup>-1</sup> )	290	300+205 <sup>2)</sup>	50
<b>PT1:2</b>	15	Gallring (1 750 st ha <sup>-1</sup> )	175	360	40
	25	Avverkning (750 st ha <sup>-1</sup> )	280	305+190 <sup>2)</sup>	45
<b>2</b>	1	Plantering med 1 100 pl ha <sup>-1</sup> (3 × 3 m)			
<b>PT2:1</b>	15	Gallring (600 st ha <sup>-1</sup> )	190	160	15
	25	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	300	250+150 <sup>2)</sup>	35
<b>3</b>	1	Plantering med 500 pl ha <sup>-1</sup> (4 × 4 m)			
<b>PT3:1</b>	25	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	330	305+185 <sup>2)</sup>	45

<sup>1)</sup> Av den totala biomassan har 20 % ansetts vara biobränsleuttag<sup>2)</sup> Massaved + timmer. Timberandelen är skattad till 30 % av totalt avverkad volym

#### 7.2.5.4 Andra generationen och framåt

Beträffande den påföljande generationen ("andra generationen") med i första hand stubbskott och en del rotskott så finns för närvarande få uppgifter om produktionsnivåer och utfall av andel stubbar som skjuter skott. Geyer (1981) redovisar tillväxt från stubbskottsproduktion av *Populus deltoides* och *Populus trichocarpa* på 5,9 – 8,9 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. I en studie i Kansas, USA, med *Populus trichocarpa* med ett stamantal på 15 000 ha<sup>-1</sup> var tillväxten 11,3 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Vidare är det osäkert hur stabila stubbskotten är vid stora nederbörds mängder av snö i kombination med töväder och nedtyngda stammar. Uppgifter om produktion per stubbe eller hektarvis är osäkra. Skötseln av stubbskott bör i första hand syfta till produktion av biomassa.

Avverkningen av stubbskottsbeståndet kan göras med åtminstone två metoder:

- Avverkning med röjsåg eller i vissa fall motorsåg (riskfyllt!);
- Maskinell avverkning med mindre röjnings-/gallringsmaskin

Det kan vara problematiskt med maskinell avverkning om de vilande knopparna på stubbarna skadas. Därför krävs det att man använder en väl utformad metod för avverkning och transport av de avverkade skotten. Av flera skäl bör avverkningen ske på hösten eller under vintern. Initieringen av skottproduktion är bättre under vilopausen d.v.s. fler stubbar kommer att skjuta skott och skottens tillväxt blir högre än vid avverkning under vegetationsperioden. Skador kan uppstå på grund av körskador där stubbarna körs över eller av att röjningsaggregatet skadar stubben. Även transporten av skotten från odlingen kan skada stubbarna. Resultatet kan bli att påföljande generation byggd på skott blir reducerad med låg biomassaproduktion som följd.

Bortförsel av de avverkade skotten kan ske med olika tekniker:

- Genom buntning av skotten före transport;
- Direkt lastning på fordonet;
- Flisning i beståndet

I tabell 7.5 har sex alternativ presenterats där 85 % respektive 65 % av de avverkade stubbarna skjuter stubbskott. Underlag för beräkningarna av tillväxt har hämtats från ovan nämnda rapporter samt några opublicerade resultat från egna studier. Omloppstiden varierar mellan fem och femton år. I några av alternativen har stubbskottsbuketterna röjts ned till ett skott per stubbe (enkelställning) för att skapa underlag för timmerproduktion.

- 1) 8 000 stubbar ha<sup>-1</sup> (urspr. 10 000 st ha<sup>-1</sup>), omloppstid 5 år.
- 2) 4 000 stubbar ha<sup>-1</sup> (urspr. 10 000 st ha<sup>-1</sup>), omloppstid 5 år.
- 3) 1 000 stubbar ha<sup>-1</sup> (urspr. 1 600 st ha<sup>-1</sup>), enkelställning efter 5 år, omloppstid 10 år.
- 4) 1 000 stubbar ha<sup>-1</sup> (urspr. 1 600 st ha<sup>-1</sup>), enkelställning efter 5 år och ev. efter 10 år, omloppstid 15 år.
- 5) 500 stubbar ha<sup>-1</sup>, enkelställning efter 5 år, omloppstid 10 år.
- 6) 500 stubbar ha<sup>-1</sup>, enkelställning efter 5 år och ev. efter 10 år, omloppstid 15 år.

Tabell 7.5.

Alternativa biomassainriktade odlingssystem för poppel i kommande generationers skottuppslag.

Andra generationen och framåt				
Alternativ	År	Åtgärd	Diam. mm	Biomassa ton ha <sup>-1</sup>
Stubbskottsproduktion				
4	1	10 000 stubbar ha <sup>-1</sup>		
PB4:1	5	Avverkning (8 000 st ha <sup>-1</sup> )	50	55
PB4:2	5	Avverkning (4 000 st ha <sup>-1</sup> )	60	50
5	1	1 600 stubbar ha <sup>-1</sup>		
PB5:1	10	Avverkning (1 000 st ha <sup>-1</sup> )	90	80
PB5:2	15	Avverkning (1 000 st ha <sup>-1</sup> )	120	120
6	1	500 pl ha <sup>-1</sup>		
PB6:1	10	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	100	40
PB6:2	15	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	130	70

### 7.3 HYBRIDASP

Hybrid Aspen är en korsning mellan europeisk asp (*Populus tremula* L.) och amerikansk asp (*Populus tremuloides* Michx.). Korsningen mellan arterna gjordes första gången i Müncheberg, Tyskland, av Wettstein (Uggla, 1959). I Sverige framställdes den första korsningen 1939. Dåvarande Tändsticksbolaget behövde virke för tillverkning av tändstickor. En viktig faktor vid förädlingsarbetet var att hitta kloner som var hårdiga i olika delar av landet. Hybrid Aspen har en snabb tillväxt med hög produktion under kort tid (Figur 7.2). Omloppstider på 20 till 30 år är vanligt vid odling av hybridasp. En intressant och viktig egenskap är hybridaspens förmåga att skjuta rikligt med rotskott efter avverkning.



Figur 7.2.

Bestånd av hybridasp planterat 1990 på jordbruksmark i Sätuna norr om Uppsala. Härkomsten är okänd. Före planteringen behandlades marken med Roundup. Ursprungligt plantantal var 2 000 st ha<sup>-1</sup>. Beståndet gallrades 2003 till 710 stammar ha<sup>-1</sup>. Foto: Tord Johansson.

### 7.3.1 Produktionsresultat vid odling av hybridasp internationellt och i Norden

#### 7.3.1.1 Internationella erfarenheter av hybridaspodling

Hybridasp odlas för produktion av timmer, massaved och biomassa. I en sammanställning av Rytter (2004) ges detaljerade uppgifter på medeltillväxt i olika försök med hybrididen. Från USA redovisas en medeltillväxt på 4,7 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (Einspahr, 1984). Från Tyskland rapporteras medeltillväxter motsvarande 4,3 – 12,4 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för 5- och 10-åriga bestånd med 3 600–5 600 och 8 000–165 000 stammar ha<sup>-1</sup> (Lieseback m.fl., 1999). I en annan studie från Tyskland med 17 000 stammar ha<sup>-1</sup> redovisas en tillväxt på 5,4 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (Makeshin m.fl., 1989).

#### 7.3.1.2 Nordiska erfarenheter från 10- till 30-åriga försöksodlingar

##### *Sverige*

Svenska studier av hybridaspens produktion visar på dess stora potential. Elfving (1986a, b) redovisar tillväxter på 5,6 och 5,3 ton torrsubstans ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för ett 26-årigt respektive 32-årigt bestånd. Andra studier visar på tillväxter på 2,8 – 5,1 (Rytter, 2002); 7,0 och 7,9 (Karačić m.fl., 2003); 3–12 (Rytter & Stener, 2005); 3,9, 5,9, 7,7 och 9,0 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (Johansson, 1953, 1976).

##### *Norge och Danmark*

Langhammer (1973) redovisar produktionsresultat för hybridasp i Norge på 7,5 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Från ett försök i Danmark uppmätte Jakobsen (1976) en medeltillväxt på 6,0 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>.

### 7.3.2 Odlingssystem för hybridasp anpassade till Sverige

Även för hybridasp kommer ett odlingssystem utformat för svenska förhållanden troligen att omfatta planteringar både på skogsmark och jordbruksmark. Hybridaspens förmåga att snabbt etableras och därefter ha en hög och snabb tillväxt gör den lämplig för odling under korta omloppstider för produktion av biomassa. Förutsättningar för biomassaproduktion är att utnyttja hybridaspens förmåga att skjuta rotskott efter avverkning av moderträden. Rotskotten skördas efter en rotationsperiod på 10–15 år.

Viktiga faktorer vid anläggning och skötsel av planteringen är:

#### *Arealstorlek*

Här gäller samma resonemang som beskrivits för poppel ovan (7.2.4).

#### *Lämpliga markförhållanden*

Hybrid Aspen växer bäst på lokaler med liknande markförhållanden som för poppel. Markerna bör vara bördiga och ha tillgång till rörligt markvatten. Liksom för poppel bör plantering av hybridasp ske kort tid efter det att åkermarken ha tagits ur bruk, men jordbearbetning och kemisk behandling mot ogräs bör alltid föregå plantering. På skogsmark krävs en ordentlig markberedning före plantering. Hybridasp är liksom asp mycket begärlig för viltet, varför stängsel rekommenderas i de flesta fall både på jordbruks- och skogsmark. Risken för barkskador på äldre hybridasp växande på skogsmark är överhängande varför stora planteringar eller stängsel har stor betydelse för att kunna producera kvalitetstimmer.

#### *Plantering (planttyp och hårdighet)*

Lämplig tidpunkt för plantering av hybridasp är densamma som för poppel (7.2.4), d.v.s. sen vår och försommar. Hybrid Aspen planteras med bar- eller täckrotsplantor. De har i regel framställs via s.k. mikroförökning. Plantorna levereras oftast i storleken 40–100 cm. För närvarande rekommenderas klonblandningen 'Ekebo' för södra och mellersta Sverige medan finskt material torde kunna användas för mellersta och norra Sverige.

#### *Förband (antal plantor per hektar)*

På grund av plantornas för närvarande höga pris blir kostnaden för plantering av hybridasp hög. Ett kortsiktigt riktmärke kan vara stamantalet 1 100 pl. ha<sup>-1</sup> (3 × 3 m). I framtiden kommer sannolikt förökningsmetoderna att utvecklas och därmed blir troligen plantorna (sticklingarna) billigare. Senare i kapitlet redogörs för lämpliga förband beroende på syftet med odlingen.

#### *Skador*

Betesskador på plantor och gnagskador på stammar orsakade av vilt är vanligt förekommande.

Några av de sjukdomar som är vanliga är de som drabbar vanlig asp och kan därför bli problem i framtida odlingar: Kronbrand eller grenkräfta (*Leucostoma niveum* ((Hoggm.) Höhn.). Växtliga bestånd har klarat angreppen bättre än bestånd som av någon anledning (t.ex. mager mark) haft en svag utveckling. Genetiska skillnader i resistens mot svampen anses också inverka. Knäckesjuka

(*Melampsora* spp.) och aspskorv (*Venturia macularis* (Vuill.) Fabric.) är inte lika vanliga som hos asp. Förädlingsarbetet med hybridasp syftar bl.a. till att ta fram ett material som är motståndskraftigt mot svamp och kräfta.

Bland skadeinsekter är det samma arter som för vanlig asp som kan orsaka problem. Den mindre aspvedsbocken (*Saperda populnea* L.) har rapporterats förekomma i plantskogar av hybridasp. Aspvedsbocken angriper plantornas skott, vilket medför att plantan får svårt att utvecklas till ett snabbväxande träd för framtida biobränsle- eller timmerproduktion.

### *Stängsel*

Erfarenheter tyder på att hybridasp är mer viltbegärlig än den poppel som odlas i landet. Det innebär att kravet på hägn är större. För övrigt gäller samma resonemang om arealer som beskrivits för poppel i avsnitt 7.2.4.

### *Avverkningsteknik*

Teknik och teknikutveckling beskrivs i kapitel 8.4.

### *Nästa generation av hybridasp*

Ägaren bör planera för olika alternativ efter avverkning av första generationen hybridasp där stubbrytning och ny plantering av hybridasp kan vara ett alternativ men kommer att kräva omfattande arbete med att avlägsna rotskott. Ett annat är att gynna den återväxt i form av rotskott som etableras efter avverkningen. Kunskaper och erfarenheter rörande vegetativ förnygring för ekonomiskt utbyte är sparsamma men de erfarenheter som finns tyder på att potentialen är stor för produktion av biomassa som bränsle med möjlighet till efterföljande massaveds- och timmerproduktion.

## **7.3.3 Produktion av hybridasp för olika ändamål**

Nedan ges exempel på system för odling av hybridasp för massaveds- och biomassaproduktion och för odling av hybridasp för skörd av massaved, timmer och biomassa. Den inledande planterade generationen kommer sannolikt att ske med tämligen glesa förband beroende på det höga plantpriset, och detta gör att ren biomassaproduktion troligen inte är aktuellt i första generationen.

Beräkningen av dimensioner och produktionsnivåer bygger på inmätta värden från södra och mellersta Sverige samt de resultat som redovisats internationellt, bl.a. från övriga Norden.

### **7.3.3.1 Massaveds- och biomassaproduktion**

Presenterade odlingssystem bygger på två alternativ:

- 1) Förband  $2 \times 2$  m ( $2\,500$  pl.  $\text{ha}^{-1}$ ), omloppstid 10 eller 15 år.
- 2) Förband  $3 \times 3$  m ( $1\,100$  pl.  $\text{ha}^{-1}$ ), omloppstid 10 eller 15 år.

I tabell 7.6 har de viktigaste åtgärderna sammanställts med prognoser om trolig stamdiameter och skördeutfall vid slutavverkningen beroende på alternativ och omloppstider.

Tabell 7.6.

Förslag på odlingssystem för den planterade generationen hybridasp där syftet är att producera biobränslen och massaved.

Massaveds- och biomassaproduktion					
Alternativ	År	Åtgärd	Diam. mm	Massaved m <sup>3</sup> sk ha <sup>-1</sup>	Biomassa <sup>1)</sup> ton ha <sup>-1</sup>
	Hösten år 0	Marken tas ur bruk och bearbetas (fräses), kemisk behandling			
	Våren år 1	Plantering, stängsling, ev. kemisk bearbetning av gräsvegetation, ev. hjälpplantering vid stor avgång			
	Våren år 2	Kemisk eller mekanisk bearbetning av marken om gräsväxten är besvärande			
<b>1</b>	1	Plantering med 2 500 pl ha <sup>-1</sup> (2 × 2 m)			
HM1:1	10	Avverkning (2 500 st ha <sup>-1</sup> )	110	185	15
HM1:2	10	Gallring (2 000 st ha <sup>-1</sup> )	115	110	10
	20	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	260	280	25
<b>2</b>	1	Plantering med 1 100 pl ha <sup>-1</sup> (3 × 3 m)			
HM2:1	10	Avverkning utan gallring (1 100 st ha <sup>-1</sup> )	155	200	15
HM2:2	10	Gallring (600 st ha <sup>-1</sup> )	150	90	10
	20	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	280	330	30

<sup>1)</sup> Av den totala biomassan har 25 % ansetts vara biobränsleuttag

### 7.3.3.2 Massaveds- och timmerproduktion

Avsättning av timmer av hybridasp kan jämföras med den för asp, d.v.s. lokalt kan virket säljas som råvara för tändstickstillverkning, bastulavar, samt i liten omfattning, som panelvirke inomhus. Massaveden klassas ibland som aspmassaved och i andra fall som lövmassaved till något lägre pris.

Nedan (tabell 7.7) presenteras tre alternativ för odling av hybridasp för timmer- och massavedsproduktion. De stamtätaste förslagen har tagits med som ett möjligt alternativ för produktion av en stor andel massaved och biomassa samtidigt som man vid slutavverkningen får uttag av timmer.

Presenterade odlingssystem bygger på tre alternativ:

- 1) Förband 2 × 2 m (2 500 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 25 år.
- 2) Förband 3 × 3 m (1 100 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 20 och 25 år, i det senare fallet 1 gallring efter 10–15 år.
- 3) Förband 4,5 × 4,5 m (500 pl. ha<sup>-1</sup>), omloppstid 25 år.

Tabell 7.7.

Odlingssystem för planterad hybridasp där slutprodukterna är timmer, massaved och biobränslen.

Massaveds- och timmerproduktion					
Alternativ	År	Åtgärd	Diam. mm	Massaved m <sup>3</sup> sk ha <sup>-1</sup>	Biomassa <sup>1)</sup> ton ha <sup>-1</sup>
	Hösten år 0	Marken tas ur bruk och bearbetas (fräses), kemisk behandling			
	Våren år 1	Plantering, stängsling, ev. kemisk bearbetning av gräsvegetation, ev. hjälpplantering			
	Våren år 2	Kemisk eller mekanisk bearbetning av marken om gräsväxten är besvärande			
<b>1</b>	1	Plantering med 2 500 pl ha <sup>-1</sup> (2 × 2 m)			
<b>HT1:1</b>	10	Gallring (750 st ha <sup>-1</sup> )	110	55	5
	15	Gallring (1 000 st ha <sup>-1</sup> )	170	200	20
	25	Avverkning (750 st ha <sup>-1</sup> )	280	305+190 <sup>2)</sup>	45
<b>HT1:2</b>	15	Gallring (1 750 st ha <sup>-1</sup> )	150	260	25
	25	Avverkning (750 st ha <sup>-1</sup> )	280	305+190 <sup>2)</sup>	45
<b>2</b>	1	Plantering med 1 100 pl ha <sup>-1</sup> (3 × 3 m)			
<b>HT2:1</b>	15	Gallring (600 st ha <sup>-1</sup> )	210	195	20
	25	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	320	290+170 <sup>2)</sup>	40
<b>3</b>	1	Plantering med 500 pl ha <sup>-1</sup> (4 × 4 m)			
<b>HT3:1</b>	25	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	330	305+185 <sup>2)</sup>	45

<sup>1)</sup> Av den totala biomassan har 20 % ansetts vara biobränsleuttag

<sup>2)</sup> Massaved + timmer. Timmerandelen är skattad till 30 % av totalt avverkad volym

### 7.3.3.3 Andra generationen och framåt för hybridasp

Den följande generationen ("andra generationen") ger i regel en stor mängd rotskott. Uppgifter visar att det kan bildas 50–100 000 rotskott ha<sup>-1</sup> och en medeltillväxt motsvarande 6,2 till 7,5 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> har uppmätts för ett 2-årigt bestånd (Rytter, 2004). Rytter (2006) rapporterade senare en medeltillväxt på 9,5 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> fyra år efter skörd. Antalet rotskott var i snitt 76 000 ha<sup>-1</sup> efter 2 år. Bland andra resultat på produktion av rotskott har Rytter (2002) redovisat 4,9 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för ett 4-årigt bestånd med 15 000 rotskott per hektar. I en annan studie redovisar Rytter och Stener (2005) en tillväxt på 5,6 ton ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> för ett bestånd där röjningsvirket inte medräknats. I förslagen till odlingssystem har två typer av skötsel tagits fram. Den ena syftar till att få maximalt uttag av biomassa efter en kort omloppstid. Det innebär att avverkningen utan föregående skötsel anpassas till när konkurrensen mellan skott i beståndet tenderar att ge avgångar. Det andra förslaget bygger på en skötsel där man kombinerar biomassaproduktion med uttag av massaved och eventuellt timmer. I detta förslag krävs någon form av röjning t.ex. stråkröjning för att en tillräckligt lång omloppstid skall uppnås. Stråkröjning innebär att alla rotskott inom en ca 2 m bred gata tas bort och en 1 m bred remsa med rotskott lämnas. Tillräckligt stor andel massavedsproduktion kräver omloppstider på 10-15 år. Om man vill ta ut timmer efter en 25-årig omloppstid krävs förutom tidig stråkröjning en gallring till förbandet 3 × 3 m (1 100 st ha<sup>-1</sup>) eller 4,5 × 4,5 m (500 st ha<sup>-1</sup>).



Nedan (tabell 7.8) har fyra alternativ presenterats där i alternativ 2 40 % av de ursprungligen etablerade rotskotten lever efter åtta år. Omloppstiderna varierar mellan 4 och 25 år. Fyra odlingsalternativ föreslås:

- 1) 50 000 rotskott ha<sup>-1</sup>, omloppstid 4 år.
- 2) 50 000 rotskott ha<sup>-1</sup>, omloppstid 8 år.
- 3) 50 000 rotskott ha<sup>-1</sup>, omloppstid 15 år, stråkröjning efter 2 år, uttag av en begränsad andel massved och huvudsakligen biomassa (GROT).
- 4) 50 000 rotskott ha<sup>-1</sup>, omloppstid 25 år, stråkröjning efter 2 år, 1 gallring efter 10 år, uttag av timmer, massved och biomassa (GROT).

Tabell 7.8.

Föreslagna odlingsystem för kommande generationer av hybridasp som bygger på uppslag av rotskott.

Andra generationen och framåt					
Alternativ	År	Åtgärd	Diam. mm	Massaved m <sup>3</sup> sk ha <sup>-1</sup>	Biomassa <sup>1)</sup> ton ha <sup>-1</sup>
50 000 rotskott ha <sup>-1</sup>					
HB1:1	4	Avverkning (50 000 rs ha <sup>-1</sup> )	25		40
HB2:1	8	Avverkning (20 000 rs ha <sup>-1</sup> )	45		70
HM3:1	2	Röjning (40 000 rs ha <sup>-1</sup> )	15		15
	15	Avverkning (9 000 st ha <sup>-1</sup> )	80	57 <sup>1)</sup>	76
HT4:1	2	Röjning (40 000 rs ha <sup>-1</sup> )	15		15
	10	Gallring (8 000 rs ha <sup>-1</sup> )	65		86
	25	Avverkning (1 100 st ha <sup>-1</sup> )	230	355+104 <sup>3)</sup>	40 <sup>2)</sup>
HT4:2	10	Gallring (8 500 rs ha <sup>-1</sup> )	65		72
	25	Avverkning (500 st ha <sup>-1</sup> )	300	265+125 <sup>3)</sup>	35 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Klen massaved med endast 15 % av volymen

<sup>2)</sup> 20 % av uttaget är biomassa för biobränsle

<sup>3)</sup> Av avverkade träd klassas 500 respektive 350 stammar som timmerträd

## 8 Marknad och ekonomi

### 8.1 MARKNADER, PRODUKTER OCH ANVÄNDNING

#### 8.1.1 Globalt

Poppel utgör globalt en värdefull råvara för en mångfald av produkter (Anon., 2008). Produkterna inkluderar stolpar, massaved, pappersmassa, panel-produkter, plywood, fanér, sågat virke, packlådor, lastpallar, möbelvirke samt i expanderande omfattning biomassa för bränsleanvändning. En huvudprodukt för poppelns användning är plywood (Castro & Fragnelli, 2006). Enligt landsrapporter till International Poplar Commission (Anon., 2008) är syftet med poppelodlingar huvudsakligen att erhålla skogliga produkter (53 miljoner ha), men nyttjande av poppel till olika former av skydd är också allmänt förekommande (21 miljoner ha).

På senare tid har intresset för poppel och hybridasp ökat eftersom de ingår i odlingsformen ”snabbväxande plantager”, vilka ses som betydelsefulla framtida biomassaproducenter för energiändamål, och därmed kan bidra till en ökad användning av förnyelsebar energi. Många av IPC:s medlemsländer har också rapporterat att efterfrågan på virke och vedbiomassa från poppel och *Salix* ökat (Anon., 2008). Dessutom kan den miljönytta som poppel och asp visat sig kunna bidra med, bli av stor betydelse för en expansion av odlingar med dessa trädslag.

*Populus* var under perioden 1994–2004 det mesta använda trädsläktet för studier av genmodifiering och efter *Pinus* totalt sett det näst mest använda trädsläktet för bioteknologisk forskning (Marchadier & Sigaud, 2005). Poppel betraktas som ett modellträd inom skogsgenetik och bioteknologiskt arbete i tempererade och boreala regioner på grund av sin snabba tillväxt, sin vegetativa förökningskapacitet, de befintliga erfarenheterna i konventionell poppel-förädling och odling, samt sin kända genomstruktur som erbjuder möjligheter för genetisk ingenjörskonst. Poppel är också det enda genetiskt modifierade trädslag som kommit till kommersiell användning då myndigheten för de kinesiska statsskogarna godkände utplantering av 1,4 miljoner insektsresistenta genmodifierade popplar år 2002.

Ett intressant framtidsscenario är användning av virke för biokemiska produkter (Coleman & Stanturf, 2006). Teknik finns redan framtagen och bland produkterna ingår bl.a. flytande bränsle. Än så länge har dessa ansträngningar dock överskuggats av petroleumbaserade alternativ.

Zsuffa m.fl. (1996) gjorde följande bedömning för poppel och asp i ett globalt perspektiv: Poppelns klassiska roll som virkesproducent kommer att kvarstå och betydelsen kommer att öka, särskilt i skogsfattiga områden. Utvecklingen gynnas av att många länder åtagit sig att begränsa avverkning i existerande skogar. På senare tid har energikris och miljöaspekter gjort att skottskogsbruket fått ökat uppmärksamhet. Detta gynnar odling av släktena *Populus* och *Salix* i norra hemisfären. Dessutom har poppel visat sig fungera bra som filter för att rena grundvatten, avloppsvatten och slam från näring och tungmetaller.

En fortsatt utveckling av bioenergisektorn och biobaserade produktionssystem kräver ett säkrat flöde av råvara till ett rimligt pris (Coleman & Stanturf, 2006). Leveranserna kommer sannolikt att bestå av utvalda grödor som odlas nära förbrukaren tillsammans med restprodukter, typ grot, från skogs- och jordbruk. Hittills har utvecklingen av den globala marknaden varit tämligen långsam trots de uppenbara sociala och miljömässiga fördelarna. Det beror huvudsakligen på ekonomi, osäkerhet kring råvarutillgång och en viss ovillighet att införa ny teknologi. Sålunda har kostnaden för att etablera industrinära plantager varit högre än att använda restprodukter, vilket medfört att inga nya produktionsenheter byggts och att markägarens incitament att satsa på plantageskogar därmed varit liten. Coleman och Stanturf (2006) betonade vikten av ett fritt informationsutbyte om forskningsresultat och praktiska erfarenheter av odling för att industrin kring plantageskogar ska kunna utvecklas.

### 8.1.2 Amerika

De tre områden i USA där poppelodling blivit en storskalig kommersiell verksamhet är i nordvästra delen, kallad Pacific Northwest, i centrala delen av det som kallas North Central (där bl.a. Minnesota och Wisconsin ligger) samt i Mississippis dalgång (Stanton, 2006). Sedan 80-talet har poppelodling utvecklats på framför allt jordbruksmark och för närvarande finns ungefär 45 000 ha i USA och 6 000 ha i Kanada (Anon., 2008). Det finns åtminstone fyra oberoende faktorer (Zsuffa m.fl., 1996), som sedan kopplats ihop, som gjorde att poppel började planteras i slutet av 1970-talet:

- 1) Industrin var bekymrad över fluktuerande massapriser och krympande tillgång på fiber. Man hade hittills varit beroende av sågverksrester och därmed

beroende av sågvirkesmarknaden och avverkningar för tillgång på fiber. Man ville också expandera utbudet av produkter som krävde andra vedkvaliteter.

2) Samtidigt hade idén om skottskogsbruk (short rotation forestry) lanserats som en möjlighet vid Washington State University. Man testade *P. trichocarpa* och fick lovande resultat som man insåg kunde förbättras genom förädling.

3) Just då höll University of Washington på med förädling och genomförde korsningar mellan *P. trichocarpa* och *P. deltoides*. Man hade tagit fram snabbväxande  $T \times D$  hybrider som kunde användas.

4) Som ett resultat av energikrisen på 70-talet tog US Department of Energy 1978 initiativ till ett forskningsprogram för att ta reda på potentialen för användning av vedartade grödor med syftet att producera flytande bränslen. Detta utvecklades vidare och på Washington State University pågår bl.a. ett forskningsprogram ([cahnrnews.wsu.edu/reportertools/news/2007/johnson-poplar-2007-08.html](http://cahnrnews.wsu.edu/reportertools/news/2007/johnson-poplar-2007-08.html)) där man arbetar med att anpassa hybridpopplarnas egenskaper till de krav som etanolproducenterna ställer på råvaran. Man kalkylerar med att 950-acre (385 ha) odling kan producera biomassa som ger 1 miljon gallons (3,8 miljoner liter) etanol  $\text{år}^{-1}$ , d.v.s. ca 10 000 l etanol  $\text{ha}^{-1} \text{år}^{-1}$ .

Som ett resultat av de fyra händelserna beslutade Washington State University och University of Washington att med finansiering från US Department of Energy arbeta gemensamt för att ta reda på hybridernas tillväxtpotential i skogsbruk med kort omloppstid. År 1981 startade även två bolag egna fälttester på egen mark (Crown Zellerbach Corp. och Mt. Jefferson Farms).

Läget kring 1995 var följande (Zsuffa m.fl., 1996): Majoriteten av poppelplantagerna ägdes av skogsbolag och opererade på en industriell nivå. Som exempel hade James River Corp. 4 400 ha odling och Boise Cascade Corp. 5 500 ha. Framgången för bolagen inspirerade privata markägare att satsa på odling av hybridpoppel och flera bolag stödde utvecklingen genom att förse markägarna med odlingsmaterial, ge råd och tillhandahålla en marknad för grödan. Som exempel fanns ett bolag som hade förfinat logistiken så att tiden från skörd av träden till färdiga pappersprodukter var kortare än tre dygn. De flesta poppelodlingar i nordvästra USA (Pacific Northwest) anlades för produktion av vedflis till massa och papperstillverkning, vilket innebär att förbandet var 1 300–2 000 träd  $\text{ha}^{-1}$  och skördeintervallen 7–8 år (Stanton, 2006). Poppelfibern blandades oftast med den längre barrfibern för produktion av olika pappersprodukter. Poppel hade vid den här tiden blivit en ny betydande gröda i området med en ljus framtid.

Trenden fortsatte och poppel användes i stor utsträckning för att producera massaved (Van Oosten, 2008; Anon., 2008). I de bruk som använder asp tillåts en viss inblandning av poppelved. Olika typer av massa produceras (mekanisk, semimekanisk (CTMP, chemi-thermo-mechanical pulp), kraft och sulfit). Vissa bruk använder 100 % poppelvirke och eftersom tillgången på naturliga aspbestånd blivit begränsande har hybridpoppel- och hybridaspodlingar blivit alltmer betydelsefulla ersättare. Även timmer och olika typer av fiberskivor produceras av poppelvirke. Den amerikanska aspen ingår som råvara till ovanstående produkter och föredras för tillverkning av Oriented Strand Board (OSB) och TimberStrand® laminated strand lumber (LSL). OSB har till stor del ersatt plywood vid byggnation. På senare tid har produktionen i ökad utsträckning inriktats på mer lönsamma sortiment som timmer och fanér och

poppel har börjat användas till såväl etanol/metanol som till miljörelaterad odling i form av filter och restaurering av viktiga miljöer (Stanton, 2006).

I nordvästra USA (Pacific Northwest) anlades, som nämnts ovan, tills nyligen poppelplantagerna huvudsakligen för produktion av vedflis. Men ca 70 % av dessa odlingar har sedermera konverterats för att producera timmer och fanérstock eftersom marknaden för lövträdsflis varit svag under lång tid. De typiska marknaderna just nu är panel, möbler och möbelvirke, dörrar och plywood. Omloppstiderna för att få fram råvara till denna tillverkning är 12–15 år.

I North Central har forskning och utveckling en lång historia (Stanton, 2006). Under 1990-talet skedde en kraftig ökning av poppelplantering och forskning i Minnesota (Isebrands, 2007). Odlingsystem har utvecklats för massavedsproduktion, och nyligen även för energiplantager i Minnesota. Massavedsplantagerna har en omloppstid på 10–12 år och planteras med 1 700 träd ha<sup>-1</sup>, medan energiplantagerna har en omloppstid på 5 år och anläggs med 3 400 plantor ha<sup>-1</sup>. År 2005 fanns 6 800 ha massavedsplantager i regionen och arealen förväntades öka med ytterligare 3 200 ha (Stanton, 2006). Behovet av energiplantager uppskattades till 12 000 ha. Minnesota betraktas som en av de mest aktiva staterna i USA med avseende på poppelplantering.

Poppelplanteringarna i södra USA sköts helt med inriktning på produktion av massaved (Stanton, 2006). Plantagerna planteras med 750 träd ha<sup>-1</sup> och omloppstiden är 8–10 år. De två största plantagerna finns vid sammanflödet av Mississippi och Ohio (6 000 ha) och nära Vicksburg i Mississippi (4 800 ha).

Stanton (2006) anger fyra faktorer som kommer att avgöra huruvida poppelindustrin kommer att öka sin betydelse och bli en viktig leverantör till den inhemska amerikanska skogsindustrin: 1) ökad lönsamhet genom högre tillväxt grundad på fortsatt hybridisering och selektion, 2) mera kostnadseffektiva planterings- och skötselmetoder samt billigare avverknings- och förädlingsmetoder, 3) möjligheter för plantageskogsbruket att expandera på marknaden för solitt virke, och 4) utveckling av marknaden för utsläppsrätter som är kopplad till kolbindning.

Det mesta aktiva industriprogrammet i Kanada pågår på prärien i provinsen Alberta. Inriktningen är produktion av massaved med poppel. År 2005 hade 2 600 ha planterats (Stanton, 2006), 2010 var arealen uppe i 8 000 ha (Barb Thomas, pers. komm., 2010), och siktet är inställt på 25 000 ha odling med en omloppstid på ca 18 år. Bestånden planteras med 1 100 träd ha<sup>-1</sup>. Det ses som sannolikt att även hybridasp kommer att användas i framtiden.

Vid sidan om traditionell virkesmarknad har intresset för poppelodlingar som renare av avloppsvatten och slam ökat från samhällets sida. Lösningen med trädplantager som filter har visat sig vara billigare än andra metoder (Stanton, 2006). Även som filter längs vattendrag har poppel en stor attraktionskraft.

Användningen av poppel i Sydamerika sker till stor del i Argentina där produktionen är inriktad på bl.a. tändstickor, limträ och förpackningsprodukter (Anon., 2008). Man använder huvudsakligen *P. deltoides*, den totala odlingsarealen för poppel är ca 60 000 ha och omloppstiden varierar beroende på slutprodukt men är i genomsnitt kring 10 år (Ana Guarnaschelli, pers. komm., 2010).

### 8.1.3 Asien

Kinas position i poppelvärlden är unik då det finns ett stort antal inhemska arter och underarter, vilka är tämligen okända utanför landets gränser. Dessa arter används lokalt medan mer omfattande skogsskötselaktiviteter är riktade mot ett fåtal av arterna, tillsammans med importerat odlingsmaterial. Under de senaste 50 åren har planteringsintensiteten varit hög. Den inhemska arten *P. simonii* har använts med huvudsakligen tre kloner, liksom importerad *P. deltoides*. Ett av de mest fascinerande poppelprogrammen i Kina under 80- och 90-talet var baserat på den inhemska *P. × tomentosa*, vilken är en hybrid mellan *P. alba* och troligtvis *P. adenopoda*. På den nordkinesiska platån (Shandong) har planteringar av poppel utförts med agroforestry-formen där bevattnad vete m.m. kombinerats med poppelrader med uppemot 50 m avstånd från varandra. Då man haft stora problem med vind- och vattenerosion i norra Kina, i den s.k. Three North Region, har den kinesiska regeringen sedan 1970-talet drivit program med avsikt att beskoga dessa områden för att minska erosionsproblemen, men också för att utveckla skogsbruket och skogsindustrin (Carle & Ma, 2005). Man har erhållit teknisk assistans för detta från FAO.

I Kina, som är världens största odlare av poppel och *Salix*, är den vanligaste modellen en familjebaserad odling kopplad till en bybaserad träindustri (Anon., 2008). Dessa är i sin tur anslutna till en storskalig träindustri som producerar en mångfald av produkter, bl.a. sågvirke, fanér och pappersmassa. Poppelplantager har blivit en viktig leverantör av råmaterial för tillverkning av bl.a. träbaserade paneler (Anon., 2008), och man producerar nära 2 miljoner ton kemisk-mekanisk massa i landet från poppelvirke. Massaproduktionen förväntas stiga till 10 miljoner ton inom några år. Enligt landsrapporten till IPC (Anon., 2008) har Kina upprättat en plan som går ut på att förbättra kontakten mellan odlare och massa-/pappersindustrin så att odlingen kan anpassas till industrins behov. Ett nyckelområde blir att utveckla snabbväxande och högproducerande virkesplantager, med stort fokus på poppel. Målet är att etablera 13,3 miljoner ha plantageskog till 2015, vilket innebär att 40 % av landets virkesbehov kan täckas.

I Indien har bolaget West Indian Match Company (WIMCO) stimulerat plantering av poppel eftersom man behöver råmaterial till tändstickor. Inledningsvis var det svårt att hitta lämpliga kloner. De europeiska fungerade dåligt i tester, men senare visade sig kloner hämtade via Australien fungera bra. Under 1988 etablerades 9 000 ha och arealen förväntades öka (Zsuffa m.fl., 1996). Kishwan och Kumar (2003) rapporterade att det finns 60 000 ha poppelodlingar i landet och eftersom behovet av odlingsareal för att producera mat är stort i Indien så består denna areal huvudsakligen av agroforestry, vilket är en attraktiv lösning då virkes- och matproduktion kan kombineras. För närvarande står exotiska poppelkloner, huvudsakligen *P. deltoides*, för 80 % av den kommersiella poppelvirkesproduktionen i Indien (Kishwan & Kumar, 2003; Anon., 2008). Ungefär 80 % av virket används av plywood-industrin och resten går i stor utsträckning till tändsticksindustrin. Man har dock börjat undersöka möjligheterna att använda poppelvirke i möbelindustrin och bl.a. har infärgning av virket testats med framgång. Grenar och rötter används för att tillverka träkol.

I Sydkorea förväntas icke använd jordbruksmark användas för att odla snabbväxande trädslag såsom poppel (Anon., 2008). Emellertid sker ingen

nyplantering av poppel för närvarande eftersom odlingarna inte kan konkurrera med importvirke och dessutom har landet åtagit sig att inte odla längs flodbänkar, som annars är lämpliga lokaler.

#### 8.1.4 Oceanien

Poppel växer inte naturligt i regionen men sedan 1850-talet har poppel funnits i Australien och på Nya Zeeland (Zsuffa m.fl., 1996). Poppelmaterial på Nya Zeeland kom ursprungligen huvudsakligen från Europa och utvecklingen har stöttats av ett nationellt förädlingsprogram som baserades på import av exotiskt odlingsmaterial (Anon., 2007a). Poppel har huvudsakligen använts för att skydda trädgårdar och kontrollera markerosion, samt för att producera djurfoder. Poppel har inte haft någon större betydelse som virkesproducent på Nya Zeeland, huvudsakligen beroende på omfattande plantering och satsningar på *Pinus radiata*, liksom stora odlingar av eukalyptus, vilka tillfredsställt behovet av lövträdsvirke. Det bedöms dock finnas en potential för att utveckla agroforestry i landet, men svårbedömda lägen för politik, finansiering och industriella åtaganden gör att framtiden för poppel på Nya Zeeland är svår att förutse.

Introduktionen av poppel i Australien följer i stort den som skedde på Nya Zeeland (Zsuffa m.fl., 1996). Men 1960 uppstod ett starkt ekonomiskt incitament då tändsticksbolag behövde råvara. Denna epok varade fram till 1990 då de flesta tändsticksfabriker stängdes. Ett visst intresse finns dock kvar. Tillverkning av poppelfanér sker i en mycket begränsad skala. Den mest sannolika utvecklingen för att öka poppelintresset finns i agroforestry på mindre privata egendomar. Nödvändiga förutsättningar i form av lämpligt odlingsmaterial och känd teknik vid beståndsanläggning finns om en gynnsam ekonomisk situation skulle uppstå.

#### 8.1.5 Europa

En analys av handeln med poppelvirke i Europa indikerade nya trender 1996 (Zsuffa m.fl., 1996). Frankrikes närvaro minskade på den internationella marknaden och i stället ökade aktiviteterna från central- och östeuropeiska länder, inte minst från Ungern. Produktionen av poppelvirke minskade totalt sett och antogs inte kunna balanseras av ökad virkesvolym i befintliga bestånd de närmaste åren. De låga avverkningsvolymerna under 1995 orsakade stora problem för virkesindustrin. Under 2000-talet har utvecklingen för poppelplantager varit positiv (=ökad areal) för Tyskland, Frankrike, Storbritannien och Bulgarien, liksom för Sverige (Anon., 2008). I Italien, Spanien och Serbien har de odlade arealerna hållit sig på en stabil nivå, medan de minskat en del i Belgien, Kroatien, Rumänien, Turkiet och Ryssland.

Zsuffa m.fl. (1996) förutspådde följande scenario i Europa. En utveckling av poppelplantager kan förväntas till följd av ny industriteknik. Marknaderna för plywood och förpackningsmaterial bedöms förbli på nuvarande nivå medan virke för konstruktion förväntas kunna öka. Tester av poppelvirkets lämplighet för olika virkesprodukter pågår och möjligheten att använda poppel till produkter som har låga kvalitetskrav kan öka. Det betyder att skötselkraven kan minska, vilket minskar kostnader och även miljöpåverkan. Speciellt i norra Europa bedöms poppel kunna bli ett viktigt trädslag för produktion av energiråvara.

Enligt de landsrapporter som skickades till IPC i samband med organisationens möte i Kina 2008 (Anon., 2008) används poppelvirke numera till massaved (t.ex. Kroatien, Serbien), till plywood och liknande produkter (t.ex. Turkiet) och till mer högkvalitativa träprodukter (t.ex. Bulgarien). I Spanien har man också utvunnit naturliga antioxidanter ur knoppar från poppel, och möjligheten att producera kemiska substanser öppnar nya perspektiv för *Populus*-släktet. I Tyskland sker en satsning på att producera flytande bränsle, BTL (biomass to liquid) från flis av olika trädslag, och vedflis som kommer från poppelplantager med kort omloppstid verkar särskilt lovande.

I vissa delar av Italien används större delen av den planterade poppeln för energiändamål och flisas upp i samband med skörd (Spinelli m.fl., 2009). Odlingen påminner mycket om den *Salix*-odling vi har i Sverige. I Italien används även betydande kvantiteter poppel för tillverkning av plywood och träfiberskivor, t.ex. Alpi Group ([www.alpi.it](http://www.alpi.it)) och IBL i Bolzano Group ([www.ibl.it](http://www.ibl.it)).

År 2006 startade i Estland en ny anläggning hos AS Estonian Cell ([www.estoniacell.ee/index.php](http://www.estoniacell.ee/index.php)) för att producera aspmassa, d.v.s. bleached-chemi-thermo-mechanical aspmassa (asp BCTMP). Den högteknologiska anläggningen kan använda virke av låg kvalitet och är inte känslig för färgvariationer i råvaran eller virkesdimensioner. Brukets kapacitet ligger på 140 000 ton aspmassa år<sup>-1</sup>, vilket motsvarar en årlig förbrukning på 380 000 m<sup>3</sup> massaved. Sannolikt kan de numera Södra-ägda hybridaspbestånden i landet leverera råvara till anläggningen i framtiden.

### 8.1.6 De nordiska länderna

I Sverige har *Populus*-arter, främst asp, använts som råvara för tillverkning av tändstickor och pappersmassa. Intresset för asp har ökat under senare tid och Södra Interiör har numera olika asppaneler i sitt sortiment (Borgman, 2009). I husbyggnation har asp hittills endast använts som bastuinredningar. Södra Interiör använder ca 1 000 m<sup>3</sup> fub per år för tillverkning av bastulavar och bastupaneler (Anders Ekstrand, pers. comm., 2010). De sämre bitarna används till pallvirke. Södra Interiör importerar också en del högklassigt poppelvirke för listtillverkning.

Tändsticksindustrin är en jämn men måttligt stor förbrukare av asp. Man använder helst vanlig asp men hybridasp fungerar också. Man har noterat att hybridaspvirket är något vekare än hos vanlig asp. Råvaran hämtas i södra och mellersta Sverige upp till Jämtland. Man ser ingen ökning av virkesbehovet framöver. Ett stort problem vid tillverkningen är att hela 60 % av inköpt volym blir spill. Detta skulle kunna förbättras betydligt om skötseln av asp utvecklas. Stamkvistning har t.ex. visat sig fungera bra för hybridasp (Rytter & Jansson, 2009).

Massaindustrin har ett intresse av att använda asp men den inhemska tillgången är begränsad och importvirke av asp har blivit dyrt. En nackdel med det nuvarande utbudet av inhemsk asp är att det oftast består av små geografiskt utspridda partier med varierande kvalitet. Södra har därför inget rensorterat sortiment för aspmassaved, utan aspen ingår i sortimentet övrigt löv (Anders Svensson, pers. komm., 2010). Den lövmassa som säljs innehåller 80 % björk-massa och 20 % massa från övrigt löv, där asp ingår. Holmen blandar in ungefär 10 % svensk asp i sin lövmassaved och säljer den även vidare till andra

massaindustrier. Resterande asp säljs som brännved (Hanna Triumf, pers. komm., 2010). Även Korsnäs använder asp som inblandning i sin lövmassaved (Alfred Svanborg, pers. komm., 2010).

Företaget Swedspan tillverkar spånskivor för bygg- och industriändamål. Råvaran för tillverkningen innehåller 22 % asp. Inblandningen av asp har ingen egentlig betydelse för skivornas egenskaper utan är ett uttryck för vad leverantören har att erbjuda. Det fungerar dock lika bra som att ha ren barrfiber. Troligen kommer leveransen av råvara att se ungefär likadan ut i framtiden. (Albert Lauenstein, pers. komm., 2010).

Framtida odlingar av hybridasp och poppel bör kunna leverera både större partier och jämnare kvalitet. Från den studie (Mola-Yudego & González-Olabarria, 2010) som gjorts över spridning och fördelning av *Salix*-odlingar i Sverige drogs den övergripande slutsatsen att den viktigaste faktorn för att odlingar ska hamna i en viss region är att det finns köpare som kan garantera ett långsiktigt behov av råvara, i detta fall *Salix*-flis. Andra viktiga faktorer är aktiv marknadsföring, marknadskampanjer och kunskapsöverföring till lantbrukarna. Det är sannolikt att samma faktorer får stor betydelse vid etablering av *Populus*-odlingar med huvudinriktning på biomassaproduktion för energiändamål.

I Norge används asp även i viss utsträckning vid husbyggnad (Flæte & Eikenes, 2000). Mindre hus, s.k. hytter som ofta påträffas i bergområden, byggs av torrt asptimmer. Virket används bl.a. för paneler på inner- och ytterväggar. Denna användning finns i princip inte i Sverige.

I Finland har intresset för asp och hybridasp på senare tid i hög grad varit avhängigt tillverkningen av högkvalitativt tryckpapper, där den nya produkten Galerie Fine innehåller en stor mängd aspfiber (Laipio, 1997). År 1991 satsade företaget Metsäliitto på ett aspprogram, bl.a. investerades 2,5 miljarder FIM i ett pappersbruk ägt av dotterbolaget Metsä-Serla Co (Egbert Beuker, pers. komm., 2010). Bruket använde ungefär 300 000 m<sup>3</sup> aspvirke år<sup>-1</sup> varav hälften kom från Finland och hälften importerades. En fördel med att använda aspvirke vid massaframställning är att det jämfört med barrvirke kräver mindre blekning och energi. Programmet innefattade även förädling och odling av asp och hybridasp där Metsäliitto kontrakterade markägare för odling av aspplantager. Markägaren fick plantmaterial och anvisningar och Metsäliitto förband sig att köpa virket till ett pris som var kopplat till priset på grantimmer. Planen var från början att etablera ungefär 1 000 ha med asp/hybridasp varje år från och med år 2000. Tyvärr gick inte utvecklingen som planerat och programmet lades ned 2003, bl.a. beroende problem med etableringen av de ohägnade bestånden, vilket i sin tur delvis berodde på att älgstammen ökat kraftigt. För närvarande finns bara ett bruk i Joutseno som använder asp, och det planteras knappast någon hybridasp även om det finns en plantskola som åter har hybridasp i sortimentet.

Det är endast förbrukningen av aspvirke som syns i den svenska statistiken. En mycket liten del av denna utgörs av hybridasp och poppel. Sågverken i Sverige förbrukar mellan 2 000 och 4 000 m<sup>3</sup>fub av asprundvirke varje år (Woxblom & Nylinder, 2010). Tändsticksindustrin använder ungefär 25 000 m<sup>3</sup>fub. Massabruken gör årligen av med 600 000 till 800 000 m<sup>3</sup>fub varav ungefär 50 % av volymen importeras. Södra förbrukar i egen regi ca 200 000 m<sup>3</sup>fub asp för massatillverkning (Anders Svensson, pers. komm., 2010). Man levererar även



mindre volymer som tändsticksvirke till Swedish Match samt en del virke till Södra Interiör i Djursdala.

Framtiden ser spännande ut för *Populus*-arter. I en artikel av Falk (2008) presenteras forskning och utveckling i Sverige med syfte att ta fram bränsleceller som drivs med glukos och som använder skogsträd som råvara. Bränsleceller omvandlar kemisk energi till elektrisk energi med ungefär tre gånger högre verkningsgrad än den som gäller för vanliga förbränningsmotorer, vilka har en energieffektivitet på ca 20 %. Vitsen med att använda glukos är att hanteringen blir enklare och mer riskfri än då väte används. Det har visat sig att poppel och asp är mycket lämpliga råvaror för processen då de har en god cellulosastruktur, växer snabbt och har en positivt liten barkandel. Förutom att vara en miljömässigt bra motor kan bränslecellerna kopplas in på elnätet och bidra till el- och värmeförsörjningen när de inte används för transport. Dessutom kan sorbitol, manitol och xylitol från cellulosan även användas inom den kemisk-tekniska industrin.

Nyligen har etanolföretaget Sekab utvecklat en jästsvamp som gör etanolutvinningen från jord- och skogsbruksprodukter betydligt effektivare, inte minst för lövträd, då svampen kan bryta ned olika typer av sockerarter, både hexoser och pentoser.

## **8.2 REGLER FÖR ODLING OCH MARKNAD**

Utvecklingen för odling av snabbväxande *Populus*-arter styrs, förutom av rena marknadskrafter, också av lagar och förordningar, samt av de bidrag som olika odlingsformer har möjlighet att få del av. Nedan följer en kort resumé av läget, framför allt för Sverige.

### **8.2.1 Nordamerika**

År 2007 riktade USA:s president en uppmaning till nationen att reducera bensinkonsumtionen med 20 % till år 2017, vilket är ett mål som den nationella rapporten till IPC (Anon., 2008) bedömde som uppnåelig genom att fokusera på cellulosamaterial från andra grödor än spannmål.

I Kanada varierar policys och lagstiftning mycket mellan stater när det gäller värdering och beskattning av mark som odlas med träd (Van Oosten, 2008). Det är bara i provinsen British Columbia som man identifierar intensivt skötta *Populus*- och *Salix*-planteringar (kallas SRIC crops; short-rotation-intensive-culture) som primär jordbruksproduktion, och man har satt en maximal omloppstid på 12 år. Det innebär att odlaren inte behöver ta hänsyn till de regler som gäller för konventionella skogsträd. I Alberta och British Columbia finns föreskrifter som reglerar spridning av hybrider, klonat material och genetiskt förädlad material på ”statlig” mark.

### **8.2.2 Europa**

EU:s jordbrukspolitik har stort inflytande på jordbrukets ekonomi och verksamhet. På det stora hela har utvecklingen lett till att odling av energigrödor blivit en mer attraktiv verksamhet (Ericsson m.fl., 2009). I och med de beslut som togs år 2000 blev energigrödor lika berättigade till arealbidrag (gårdsstöd) som jordbruksgrödor, oavsett om de odlades på avsättningsmark eller jordbruksmark. År 2003 beslutades ett bidrag för odling av energigrödor på jordbruksmark på 45 € ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, förutsatt att det fanns ett köpekontrakt på bio-

massan (European Communities, 2003). Detta stöd är sedan något år tillbaka borttaget i hela EU.

Från de landsrapporter för perioden 2004–2007 som tillsänts IPC (Anon. 2008) framgår att mycket arbete har lagts ned på att anpassa sig till EU:s förordning 1257/1999 och den följande förordningen (EC) 1698/2005 när det gäller bidrag till landsbygdsutveckling.

I Lombardiet i Italien t.ex., var man tidigt ute med bidrag till etablering och skötsel av energiskog med poppel. Det resulterade i att drygt 3 000 ha etablerades under perioden 2003–2008.

### 8.2.3 Sverige

Den jordbrukspolitik som bedrevs i Sverige under 1970- och 80-talet visade sig inte fungera som det var tänkt (Fahlbeck, 2006). Den var dyr, den ledde inte till uppsatta mål och den blev alltmer ineffektiv. En intern avreglering beslutades 1990 vilken ledde till en ”friare” marknad. Emellertid återkom omfattande subventioner i och med att Sverige gick med i EU den 1:a januari 1995. Stödet har sedan successivt förflyttats från produktstöd till prisstöd, och senare till producentstöd, s.k. gårdsstöd. Det betyder att jordbrukspolitiken flyttats från att garantera medborgarna en viss livsmedelsproduktion till andra saker såsom kollektiva nyttigheter, d.v.s. biologisk mångfald och andra miljötjänster, och stöd för landsbygdsutveckling.

För närvarande (juli 2010) kan stödet för odling av energiskog på jordbruksmark i Sverige kortfattat sammanfattas enligt följande (Karin Hjerpe, Jordbruksverket, pers. komm. 2010):

Till energiskog räknas *Salix*, hybridasp och poppel under förutsättning att de används för energiändamål. Det är förordningen (2007:481) om stöd för landsbygdsutvecklingsåtgärder som reglerar villkoren för stöd till etablering av energiskog, och där sägs att skördeintervallet ska vara mindre än 20 år för samtliga energiskogsarter. Det finns två olika typer av stöd:

1) Gårdsstöd – Ett årligt stöd på 125 – 279 € ha<sup>-1</sup> (ca 1 200–2 800 SEK ha<sup>-1</sup>) för mark som klassas som åkermark eller betesmark. Kravet är att odlingen har en gröda som gör att marken fortsätter att vara åkermark eller att marken trädas eller betas. Gårdsstödet storlek varierar med region, där de bördigaste jordbruksområdena har de högsta stöden, och huruvida marken var åker- eller betesmark när stödrätten tilldelades 2005. Stödrättens värde är högre för åkermark än för betesmark utom för region 5 (stora delar av Småland, västra Svealand och Norrland). Gårdsstödet påverkas inte av de intäkter som odling på de berättigade arealerna ger ([www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/gardsstod/stodratte/stodratteernasvarde.4.2399437f11fd570e67580004.html](http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/gardsstod/stodratte/stodratteernasvarde.4.2399437f11fd570e67580004.html)).

2) Investeringsstöd för att plantera energiskog – Stödet kan erhållas vid plantering av energiskog på åkermark. Det är ett engångsbelopp på 40 % av den faktiska kostnaden för anläggning och stängsling då behov föreligger, dock högst 5 000 SEK ha<sup>-1</sup> för plantering och högst 12 000 SEK ha<sup>-1</sup> för stängsling.

Det skall observeras att det finns mycket detaljer kring stöden och därför är rådet att kontakta Länsstyrelsen eller Jordbruksverket i Jönköping för att kontrollera vad som gäller i det enskilda fallet.

Fahlbeck (2006) bedömde att det är tveksamt om det i framtiden kommer att finnas produktionssubventioner för biobränslen. Å andra sidan kommer biobränslen inte att konkurrera med subventionerad produktion av livsmedel. Fahlberg drog slutsatsen att sannolikt får varken livsmedel eller biobränslen några subventioner i framtiden.

För odling på skogsmark gäller att för närvarande betraktas hybridasp som ett inhemskt trädslag och popplar som främmande. Skogsstyrelsen föreslår i sin rapport till regeringen i december 2009 att även hybridasp ska klassificeras som ett främmande trädslag/artificiell hybrid. Det betyder att med stor sannolikhet kommer alla arter och hybrider inom släktet *Populus*, undantaget vår inhemska asp, *P. tremula*, att betraktas som främmande trädslag. Regler för användning av främmande trädslag på skogsmark i Sverige sammanfattas i Skogsstyrelsens Meddelande nr 7 (Skogsstyrelsen, 2009b).

För främmande trädslag gäller att de ska användas endast i undantagsfall (en ny skrivning föreslår formuleringen ”användas med försiktighet och i begränsad omfattning”, preciserat som högst 25 % av skogsmarksarealen på en brukningsenhet men alltid minst 50 ha), ej får användas i fjällnära skog och ska anmälas i förväg vid användning på areal  $\geq 0,5$  ha. Eftersom såväl hybridasp som poppel är vegetativt förökat material gäller även den hårdare regeln att det maximalt får användas på 5 % av en brukningsenhets produktiva skogsmarksareal. Man får dock alltid använda upp till 20 ha för vegetativt förökat material. Dessutom föreslås att främmande trädslag inte får planteras nära nationalparker, naturreservat, biotopskyddsområden och naturvårdsavtal. Avståndet 1 km nämns i sammanhanget och skulle, om det antas, medföra en avsevärd reduktion av tillgänglig mark för odling.

På skogsmark finns från och med 2011 inga stöd för att anlägga bestånd av poppel eller hybridasp. De pengar som funnits att få för anläggning efter stormen Gudrun försvann efter år 2010. I fortsättningen är det endast anläggning av ädellövskog som är stödberättigad.

EU har antagit ett förnybarhetsdirektiv som förordar att en viss andel av drivmedel respektive energi ska vara förnybart. På drivmedelssidan har man dessutom satt upp en rad kriterier kring produktionen för att drivmedlet ska få räknas som förnybart. Dessa hållbarhetskriterier gäller för närvarande endast gasformiga och flytande drivmedel, inte annan bioenergi. Huruvida hållbarhetskriterier kommer även på fasta bränslen är än så länge oklart. Myndigheterna håller just nu på att arbeta med att implementera dessa kriterier i svensk lagstiftning.

Ett av kriterierna säger att man inte får gå från en markanvändning med hög kolinlagring till en med en mindre när man ska producera drivmedel. Alltså kommer inte etanol från spannmål som man odlat genom att först avverka skog att kunna räknas som förnybart. Man har satt 2008 som gränsår för detta. Det betyder att den mark som då var skog, värdefull betesmark eller gräsmark inte kan plöjas upp till åker. Om det däremot var åker redan 2008 går det bra.

Det som kan bli lite komplicerat är *Salix*, som är en flerårig gröda och som är en av sju olika markanvändningstyper. Poppel och hybridasp räknas i direktivet som skog. Ett fält med fleråriga energigrödor 2008 kan inte läggas om till ettåriga energigrödor för drivmedel.

Kan detta bli ett problem för utveckling av poppel, *Salix* och hybridasp? Inte så länge det bara gäller drivmedel. Men det kan möjligen få en dämpande effekt genom den begränsning man skaffar sig genom att anlägga fleråriga energigrödor. Om man vill gå tillbaka till ettåriga grödor för producera drivmedel kan det bli kostsamt då skatteeffekt för kollagerförändringen kan tillkomma. I dagsläget är det sålunda inte något större problem för de olika energigrödorna, men man bör fortsatt följa utvecklingen.

Förutom regler som är direkt kopplade till odling av aktuell gröda finns andra åtaganden som styr utvecklingen av t.ex. poppel- och hybridaspodling. Ett sådant är EU:s åtaganden när det gäller klimatmål. Vid EU-rådets möte våren 2007 (Anon., 2007b) antogs två bindande mål om förnybar energi: 1) 20 % av EU:s energikonsumtion ska komma från förnybara källor år 2020 och 2) andelen biodrivmedel ska samma år vara minst 10 %. Dessutom ska EU nå ett mål om 20 % energieffektivisering till år 2020. Detta påverkar naturligtvis användningen av förnyelsebara energikällor, såsom produktion av vedbiomassa för energiändamål, i en positiv riktning.

### 8.3 VIRKESEGENSKAPER

Aspvirket är ströporigt och har en torr-rådensitet kring  $350 \text{ kg m}^{-3}$ . Det är vitt (Figur 8.1), mjukt, elastiskt och poröst. Det är lätt att impregnera och ytbehandla. Det vita virket och de korta fibrerna gör att aspvirket lämpar sig väl för tillverkning av pappersmassa där dess egenskaper för tillverkning av högkvalitativt tryckpapper uppskattas (Laipio, 1997; Ranua, 2002). Virket kan också användas som tändsticksvirke och är utmärkt till hantverk. I vårt grannland Norge används asp även som panelvirke utomhus (Frivold, 1988). Rytter och Jansson (2009) visade att virkeskvaliteten hos hybridasp, d.v.s. att erhalla kvistfritt virke, går att höja på kort tid genom stamkvistning. Övervallningen av avsågade kvistar tog i genomsnitt endast ca 3 år. Resultaten blev bäst för små kvistar varför rekommendationen är att stamkvista tidigt under omloppstiden.

De intensiva poppelkulturer som finns på olika håll i världen har uppstått bl.a. som en följd av att poppelvirket har bra egenskaper såsom ljushet, klar färg, homogenitet och är lätt att bearbeta (Castro & Fragnelli, 2006). Virke från flertalet poppelkloner, speciellt kärnveden, är dock mörkare (Figur 8.1) än hos aspvirket och därför inte lika attraktivt för massaindustrin (jfr. Grosser, 2006). Färgen varierar emellertid mellan arter och kloner och vid intresse kan kloner med ljust virke tas fram. Grosser (2006) ger exempel på ett flertal andra användningsområden för poppel såsom träskor, gitarrkroppar och snowboards.



Figur 8.1.

Rundvirke av hybridasp som såldes som massaved (t.v.) och rundvirke av poppel (klon OP 42 som är vanlig i södra Sverige) som såldes som energived (t.h.). Aspen har en helt igenom ljus ved medan kärnveden hos poppeln har en mörkare gråaktig ton. Foton: Lars Rytter

Bränslevärdet hos ett trädslag beror till stor del på vedens densitet. Om man räknar bränslevärdet per viktsenhet är skillnaden mellan trädslag liten även om asp tycks ha ett något lägre värde än flera andra trädslag (Nurmi, 1991, 1993). Exempel på bränslevärden hos träd från nordiska förhållanden ges i tabell 8.1. Det finns även ett positivt samband mellan ligninhalt i veden och bränslevärde. Det är inte någon större skillnad i bränslevärde mellan olika trädslagsdelar (Nurmi, 1991, 1993). En mycket viktigare faktor än trädslag och trädslagsdel är fukthalten på den del av trädet som går till bränsle (tabell 8.1). Ju fuktigare ved desto lägre blir bränslevärdet. Fukthalten på färskt virke och grot ligger på 40–50 % och grot som levereras till värmeverk brukar ha en fukthalt på runt 40 % som medeltal över året.

Tabell 8.1.

Bränslevärdet ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ) hos stamved för olika trädslag vid olika fukthalt i södra Finland. Hämtad från Nurmi (1993).

Trädslag	Vatteninnehåll i veden (%)						
	0	10	20	30	40	50	60
<i>Pinus sylvestris</i>	19,33	19,06	18,72	18,28	17,70	16,88	15,66
<i>Picea abies</i>	19,02	18,75	18,41	17,97	17,39	16,57	15,35
<i>Betula pubescens</i>	19,19	18,92	18,58	18,14	17,55	16,74	15,51
<i>Betula pendula</i>	19,15	18,88	18,54	18,10	17,52	16,70	15,48
<i>Alnus incana</i>	19,00	18,73	18,39	17,95	17,37	16,55	15,32
<i>Alnus glutinosa</i>	19,30	19,03	18,69	18,26	17,67	16,86	15,63
<i>Populus tremula</i>	18,65	18,38	18,04	17,60	17,02	16,20	14,98

Eftersom aspvirket är relativt lätt blir också bränslevärdet räknat per volym lägre än hos flera andra lövträdsarter. Hybridaspvirket är mycket likt den vanliga aspens virke och den svenska virkesindustrin brukar inte göra någon åtskillnad på den rena arten och hybriden.

Då det inte heller finns några för den nuvarande industrin betydande skillnader i virket mellan olika arter och kloner av poppel vad gäller fysiska och mekaniska-tekniska egenskaper så skiljer man inte på arter/kloner i Tyskland (Grosser, 2006), utan virket används i blandning. Endast asp och korsningar med asp sorteras ut speciellt och används för andra ändamål.

Knudson m.fl. (2007) drog slutsatsen att virke från hybridpoppelodlingar i Kanada kan användas till samma solida virkesprodukter som den amerikanska aspen, d.v.s. timmer, plywood, fanér och OSB (oriented strandboard). Heräjäarvi (2009) rapporterade att virket från både vanlig asp och hybridasp har tillfredställande fysiska och mekaniska egenskaper för att användas till träprodukter såväl inomhus som utomhus.

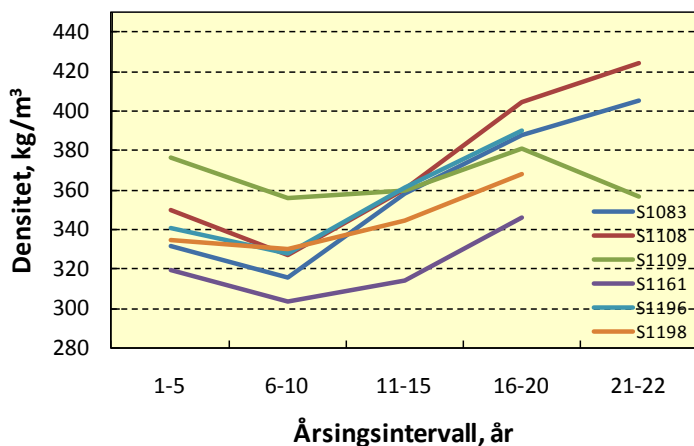
Den globala utvecklingen har dock sedan 1980-talet gått mot alltmer trädslags-rena pappersmassor (Hillman, 2002). Det betyder att olika trädslags unika egenskaper tas tillvara. I slutet av 1980- och början av 1990-talet började t.ex. rena aspmassor att produceras i Alberta, Kanada. Eftersom aspfibern har låg densitet med tunna cellväggar kring en stor lumen har den liten styrka och faller lätt sönder i bitar samtidigt som den är idealisk för bestruket papper för hög tryckkvalitet, såsom fotopapper. Dessa egenskaper har också producenter och konsumenter tagit tillvara.

Kenney m.fl. (1990) gjorde en genomgång av virkesegenskaper som är betydelsefulla vid energiomvandling för *Salix* och *Populus*. Man konstaterade att barkandelen hos klens stammar kan utgöra en avsevärd del av virket och att barkandelen i allmänhet ligger på mellan 10 och 40 %. Virkesdensiteten uppvisar stor spridning och de refererade värdena för torr-rådensitet låg mellan 250 och 420 kg m<sup>-3</sup>. Man noterade också att variationen i bränslevärde (kJ g<sup>-1</sup>) var liten, och även om heritabiliteten för bränslevärde är hög så ansågs det inte finnas mycket att hämta i att förädla mot egenskapen. Inte heller andelarna (% av vikten) av  $\alpha$ -cellulosa (viktig för massaindustrin) eller holocellulosa (den totala polysackaridfraktionen och viktig för etanolframställning) uppvisade någon större variation inom släktena. Senare undersökningar har emellertid dragit slutsatsen att de genetiska skillnader som finns mellan *Populus*-kloner är användbara i förädlingsarbetet (se nedan).

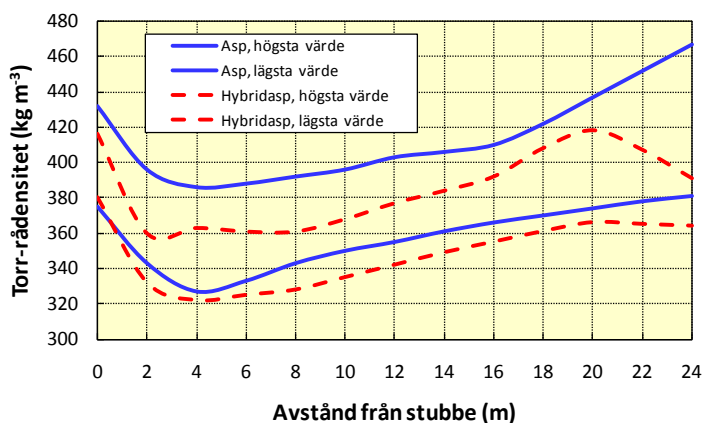
Enligt Stener och Karlsson (2004) är många egenskaper hos hybridasp genetiskt betingade, vilket gör att möjligheterna till förädlingsvinster är stora. Asp har t.ex. en stor variation i fiberdimensioner och ljushet (Ranua, 2001). Yu m.fl. (2001) undersökte vedegenskaper i hybridasp och konstaterade betydande genetiska samband i t.ex. ligninhalt och fiberegenskaper, vilket möjliggör effektiv förädling. Det fanns emellertid viss motverkande effekt mellan tillväxt och önskvärda fiberegenskaper, vilket måste tas i beaktande. Yu m.fl. (2008) undersökte virkesegenskaper, elasticitet och rivstyrka i hybridpopplar och *P. deltoides* i Kanada. Resultaten visade tydliga genetiska skillnader mellan de fyra ingående klonerna. Samtidigt fanns inga trender att egenskaperna skulle vara kopplade till tillväxt varför författarna drog slutsatsen att förädling för bra virkesegenskaper inte behöver leda till att tillväxten blir lägre. DeBell m.fl. (2002) drog slutsatsen att man kan öka tillväxten i poppelbestånd genom såväl

skötsel som genetiskt urval. Risken för att få kortare fibrer eller lägre veddensitet genom förädlingsarbetet ansågs vara liten.

Heräjärvi och Junkkonen (2006) undersökte veddensiteten hos vanlig asp och hybridasp. Materialet bestod av 30 aspar med medelåldern 44 år och 45 hybrid- aspar med medelåldern 32 år. Medeldensiteten var  $376 \text{ kg m}^{-3}$  för asp och  $363 \text{ kg m}^{-3}$  för hybridasp. Stener undersökte veddensiteten hos 30 hybridaspkloner från sex olika försökslokaler i södra Sverige (Stener, 2010). Medeldensiteten, uttryckt som torr-rådensitet, låg på  $369 \text{ kg m}^{-3}$  för 20-åriga träd. Stener visade också att densiteten förändras med ålder. Inledningsvis sjunker den något fram till 10 års ålder varefter den stiger (Figur 8.2) Samma mönster har även redovisats för asp och hybridasp i Finland (Heräjärvi & Junkkonen, 2006) och för nordamerikanska poppelkloner (DeBell m.fl., 2002), men där började densiteten öka redan vid omkring 6 års ålder. Heräjärvi och Junkkonen (2006) visade också att veddensiteten i stammen varierar med trädhöjden och är som högst uppe i kronan (Figur 8.3).



Figur 8.2. Fenotypmedelvärden (30 kloner) för veddensitet i olika femårsintervall från sex försökslokaler (S1083–S1198) med hybridasp. Från Stener (2010).



Figur 8.3. Minimum och maximum-värden för veddensiteten för vanlig asp och hybridasp på olika höjd i stammen. Från Heräjärvi & Junkkonen (2006).

Stener (2010) undersökte även veddensiteten för 30 poppelkloner i tre olika försök södra Sverige. Densiteten var något lägre än för hybridasp och var i snitt 322 kg m<sup>-3</sup> för 17-åriga träd. I mogen ved av poppel brukar densiteten ligga mellan 350 och 430 g cm<sup>-3</sup> enligt amerikanska undersökningar (DeBell m.fl., 2002). Genetiska skillnader i vedegenskaper och vedens uppbyggnad (energiinnehåll samt innehåll av cellulosa, hemicellulosa och lignin) har även visats för grenveden mellan olika poppelkloner (Adams & Taylor, 1986).

Även kemiska ämnen i veden varierar för olika kloner hos *Populus*-arter. Fernandez m.fl. (2002) undersökte ett antal kemiska ämnen som kan extraheras med acetone samt estrar, vaxer och triglycerider i amerikansk asp (*P. tremuloides*) och kunde se tydliga skillnader mellan de nio testade klonerna. Många ämnen är t.ex. inte önskvärda vid massaframställning och studien visade att det går att förädla för låg halt av dessa ämnen. Francis m.fl. (2006) visade på betydande genetiska skillnader i viktiga egenskaper för papperstillverkning mellan olika poppelkloner. Egenskaper som undersöktes var bl.a. cellulosa- och lignin-innehåll, vedens ljushet och fiberegenskaper.

Virkesegenskaperna beror dock inte enbart på art och klon utan även skötselmodellen har en avgörande inverkan, vilket t.ex. visats av Guidi m.fl. (2009). Författarna odlade poppel med de tre omloppstiderna 2, 3 och 4 år. Medeltillväxten varierade signifikant och var 11,7, 15,0 respektive 18,4 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Beroende på diameterklass varierade barkandel samt innehållet av cellulosa, hemicellulosa, lignin m.m. Detta påverkade slutsköörden där det faktiska utfallet bl.a. visade att andelen cellulosa och hemicellulosa ökade med ökat skördeintervall medan ligninhalten minskade (tabell 8.2).

Tabell 8.2.

Medelvärden för andelen kemiska substanser i biomassan på beståndsnivå vid tre olika skördeintervall. De skillnader som visas under rubriken Jämförelse är statistiskt säkerställda. Hämtad från Guidi m.fl. (2009).

Kemisk egenskap	Medelvärde (%) vid skördeintervall			Jämförelse
	2 år	3 år	4 år	
Cellulosa	42,49	46,77	51,57	2 år < 3 år < 4 år
Hemicellulosa	13,16	13,62	15,60	2 år = 3 år < 4 år
Lignin	22,01	19,19	19,02	2 år > 3 år = 4 år
Aska	2,79	2,47	1,88	2 år > 3 år > 4 år
Övriga	20,50	17,94	11,93	2 år > 3 år > 4 år

## 8.4 TEKNIK OCH TEKNIKUTVECKLING

Vid anläggning av poppel- och aspbestånd används konventionell teknik på jordbruks- respektive skogsmark. Själva planteringen har mekaniserats för poppelsticklingar på jordbruksmark men sker för övrigt manuellt.

Den teknik som används vid avverkning är beroende av odlingssystemet. Det finns två tydliga inriktningar. Den ena är avverkning med korta omloppstider, hittills främst av poppel, där tekniken påminner om den som används för *Salix* i Sverige. Den andra är avverkning av större träd vid längre omloppstider där konventionell teknik kan användas i stor utsträckning. Den rekommenderade avverkningstidpunkten är vintern då näringsuttaget blir lägre än vid andra årstider eftersom bladen blir kvar i beståndet. Dessutom gynnas självföryngringen



i form av rot- och stubbskott, då en stordela av näringen lagras i stubbe och rötter under vintern, och i nordliga trakter kan markkompakteringen reduceras med hjälp av tjälad mark. Nedan beskrivs översiktligt hur avverkning sker i olika länder.

#### 8.4.1 Amerika

I Nordamerika används motorsåg i stor utsträckning vid avverkning i aspskog, men mekaniska klippare och sågar nyttjas också (Anon., 2008). Dessutom förekommer allmänt helträdsflisning med stationära flisare om virket ska användas för energiändamål. Hybridpoppel som odlas för fiberproduktion skördas med små konventionella skördarsystem. Normalt flisas hybridpoppel vid avlägg varpå flisen transporteras med lastbil till förbrukarna. I ett projekt, "Whole-tree Energy<sup>TM</sup> project" testades transport av helstam med trailer, där även grenar ingick. Helstammarna transporterades till en torkanläggning i anslutning till förbränningsanläggningen.

I Kanada har man utvecklat en prototyp för klippning, sönderdelning och buntning av klenstam (Van Oosten, 2008). Den kallas "Willow Harvester" och bygger på New Hollands höbalsteknik. Till skillnad mot de *Salix*-skördare som finns t.ex. i Sverige så är maskinen oberoende av att träden står i rader, de kan stå slumpmässigt spridda i beståndet. En sådan maskin skulle t.ex. kunna användas vid skörd i rotskottuppslag av hybridasp.

I Sydamerika, där Argentina är ett dominerande poppeland, sker avverkning med manuella metoder (Anon., 2008; Ana Guarnaschelli, pers. komm., 2010).

#### 8.4.2 Europa

I Italien utvecklas för närvarande en prototyp för att plantera sticklingar vilken förväntas öka effektiviteten med 45 % och minska planteringskostnaden med 50 % (Anon., 2008). Stamkvistning anses ofta vara en lönsam åtgärd i poppelbestånd och en hydraulisk teknik har utvecklats för detta i Turkiet (Anon., 2008). Däremot tycks inte gallring vara en ekonomiskt försvarbar åtgärd.

Den tekniska utvecklingen går snabbt framåt i Italien, där en tredjedel av företagen har investerat i nyare och mer specialiserade aggregat och maskiner. Utvecklingen har inneburit att organisationen kring avverkning måste skärpas. I Italien odlas poppel i viss utsträckning ungefär som *Salix* i Sverige, och omloppstiderna är ofta 1–2 år. Det innebär att man använder Claas-skördare vilka utrustas med olika aggregat. Spinelli m.fl. (2008, 2009) testade två olika aggregat (HS-2 och GBE) till olika Claas-skördare och kom fram till att det dyrare och större GBE-aggregatet hade högst produktivitet men krävde en kraftig basmaskin. Med GBE-aggregatet avverkades i snitt 42,1 ton friskvikt av biomassa per maskintimme medan motsvarande siffra för HS-2 aggregatet var 22,7 ton. För längre omloppstider, 5 år och uppåt, används konventionella engreppsskördare. Topprestation nås emellertid endast då ett antal gynnsamma faktorer samverkar, d.v.s. bra terrängförhållanden, rätt maskinval, hög biomassatäthet i beståndet och lämpligt radavstånd. En skördare/matare är en tung maskin som inte kan användas i sluttningar eller på fuktiga marker, och därför bara ska nyttjas på plan mark och i fast terräng. Om avverkningsförhållandena är goda kan modifierade skördare nå mycket hög produktivitet, med toppnoteringar på 70 ton friskvikt per maskintimme, inklusive vändtid och fördröjningstid. Den nuvarande trenden går mot starka enheter som

utrustas med tunga och kraftfulla GBE-aggregat. Dessa passar bäst till poppelplantager med 2-årig omloppstid.

Flera länder rapporterade för IPC (Anon., 2008) att förändringar i logistiken vid avverkning leder till större förbättringar än själva tekniken. I många fall skördas träden fortfarande manuellt med motorsåg, inte minst i östra Europa. I Tyskland, t.ex., används också mer konventionella tekniker och omloppstider.

### 8.4.3 Sverige

Hultåker (2006) redogjorde för och bedömde den teknik som använts i hittills avverkade poppelbestånd. De drivningssystem som använts är konventionella helmekaniserade maskinsystem med skördare och skotare. Hultåker ansåg att endast konventionella och helmekaniserade drivningssystem är ekonomiskt konkurrenskraftiga. Möjligen kan de skördare som använts anses vara onödigt avancerade och därmed onödigt kostsamma.

Den maskinpark som finns inom landet är främst anpassad till barrvirke. Det gör att entreprenörer ibland undviker att avverka lövträd, framför allt de tyngre och hårdare lövträdslagen. Poppel och asp är emellertid lätta trädslag och utgör därmed inget problem med vikten. Poppeln som avverkats hittills består nästan enbart av klonen 'OP42' vilken är mycket kvistig nedtill, något som varit ett problem. Detta har lösts antingen genom att motormanuellt stamkvista nedre stamdelen, eller att låta den nedersta biten gå till biobränsle i stället för massaved, och sedan ta ut massaved ovanför. Det är uppenbart att det är önskvärt med poppel- och aspkloner som har få lågt sittande grenar och också uppvisar en naturlig kvistrensning av dessa. Möjligheter finns att genom förädling ta fram ett sådant poppelmateriäl. De kommersiella hybridaspklonerna är redan i dag tämligen kvistfria på nedre delen av stammen om träden stått någorlunda tätt.

Eftersom biobränsle är ett sortiment som ökat starkt under senare år har även den tekniska utvecklingen fokuserat på effektiva lösningar för detta sortiment. Det finns ett antal klenträdsaggregat som går att använda för skogsbränsle, och sannolikt också i poppelplantager. En översikt har presenterats av Iwarsson Wide (2009). Det finns tre olika typer av lösningar på dessa aggregat: kniv, klinga och svärd. Alla har sina för- och nackdelar. Knivförsedda aggregat är billiga men långsamma och kan inte avverka under gång. Klinga och svärd är snabbare och kan skörda under körning.

Eventuellt kan man också utveckla *Salix*-skördare för röjning och avverkning i unga *Populus*-bestånd på jämn mark. En utveckling av tekniken som gör att grövre stammar kan avverkas har t.ex. nyligen gjorts (ATL, 2010).

Eriksson och Gustavsson (2010) jämförde för- och nackdelar med att ta ut och transportera biobränsle som buntar eller som flis. Buntmaskinen är dyr i sig men ger en hög produktivitet och ett kostnadseffektivt system (tabell 8.3). Buntsystemet använder mer primär energi och ger sålunda högre CO<sub>2</sub> emissioner, men ger mindre biomassa-förluster och därmed även CO<sub>2</sub> emissioner, som per levererad MWh blir ungefär som för flissystemet. Eftersom mer biomassa kan utvinnas med buntsystemet blir också möjligheterna till substitution av fossila bränslen högre än för flissystemet.

På senare tid har ytterligare tekniska framsteg gjorts då FlisPac presenterats (Lundh, 2010; Segerstedt, 2010). Kombiflisskördaren avverkar massaved och

timmer på traditionellt vis och flisar samtidigt samt paketerar flisen i en komprimerad fliskorv. Denna fliskorv hanteras på samma sätt som timmerstockar och tas ut ur beståndet på traditionellt vis med skotare. Den är transportmässigt en fördel jämfört med vanlig flis eftersom fliskorven är komprimerad och tar mindre plats. Utvecklingen visar att nya tekniska lösningar gör att hantering av grot och energived kommer och förfinas, vilket gynnar plantageskogsbruk med stor andel biobränsle som slutprodukt.

Tabell 8.3.

Kostnader i Euro<sub>2004</sub> MWh<sup>-1</sup> för de olika delarna i bunt- respektive flissystemet. Det svenska flissystemet innebär flisning vid väg och transport med specialfordon. Från Eriksson & Gustavsson (2010)

	Flissystem	Buntsystem
Anpassad slutavverkning	0,1	0,1
Komprimering	-	3,8
Skotning	2,5	2,1
Lastbilstransport	2,5	2,7
Flisning	4,7	1,2
Övriga kostnader	3,0	2,5
TOTALT	12,8	12,4

En avgörande faktor för maskinsystemens effektivitet är naturligtvis beståndens storlek. Vid små arealer på någon enstaka hektar blir flyttkostnaden en mycket stor del av den totala kostnaden.

## 8.5 EKONOMI – INTÄKTER OCH KOSTNADER

Odling av poppel och hybridasp får olika ekonomiska ramar och förutsättningar beroende på om de odlas på jordbruksmark eller skogsmark. De båda alternativen behöver därför diskuteras separat.

Om poppel ska användas för att producera biomassa för energiändamål med kort omloppstid (på engelska short rotation forestry, SRC) blir slutprodukten vedbiomassa, vilket inte ställer särskilt höga krav på trädstorlek och trädform. Det är effektiviteten av hela produktionskedjan som är betydelsefull, d.v.s. från plantering och odling till skörd och transport. Vid odling för andra slutprodukter, särskilt timmer, ställs andra krav på såväl odlingsmaterial som skötsel. Nedanstående sammanställning visar på ekonomi och möjligheter för olika typer av odling.

### 8.5.1 Globalt

Den nordamerikanska poppelmarknaden baserades och utvecklades på billig råvara till den inhemska massa- och pappersindustrin. Framtidsutsikterna för att poppelplantager ska kunna öka sin betydelse och delaktighet i skogsindustrin beror enligt Stanton (2006) på ökad lönsamhet genom ökad tillväxt, vilken sker genom förädling och urval, och på utveckling av mer kostnads-effektiva metoder för plantering, skötsel samt billigare avverknings- och förädlingskostnader. Lika viktigt ansågs det vara att plantageskogsbruket kan slå sig in på marknaden för solida träprodukter och tillgodogöra sig de handelsrätter som är kopplade till kolbindning.

Strauss och Grado (1997) undersökte kostnaderna för att odla poppel med 5–8 åriga omloppstider i USA. Det valda förbandet var 2 100 träd ha<sup>-1</sup> och maximala medeltillväxtnivån antogs hamna på 16 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> vid 6 års ålder. Slutsatserna av studien var följande: Kostnaden för mark utgjorde den

största delen av produktionskostnaden. Det bästa sättet att minska kostnaden per producerad enhet var att öka avkastningen, d.v.s. tillväxten. Ett sätt att göra det är att ta fram genetiskt bra material som kräver litet underhåll. Ett annat sätt är att anpassa *Populus* till något sämre marker för att reducera markkostnaden. Tekniska faktorer såsom skörd, transport och lagring stod för mer än halva den totala kostnaden. Och i det fall man avsåg att tillverka flytande bränsle blev kostnaden för omvandlingsprocessen över 50 % av den totala kostnaden. Författarna konstaterade att för 1997 års energimarknad kunde inte flytande bränsle eller elproduktion från poppel konkurrera med fossila bränslen i USA.

Yemshanov och McKenney (2008) undersökte de ekonomiska möjligheterna för att odla hybridpoppel på jordbruksmark i Kanada. Man kom fram till att break-even för odlingar låg som lägst på  $\$4\text{--}5 \text{ GJ}^{-1}$  ( $\sim \$1,4\text{--}1,7 \text{ MWh}^{-1}$ ). Om man räknade in de positiva effekterna av kollagring kunde kostnaderna minskas med  $\$0,86\text{--}0,96 \text{ GJ}^{-1}$  ( $\sim \$0,24\text{--}0,27 \text{ MWh}^{-1}$ ) då man antog att kolets värde var  $\$5 \text{ ton}^{-1} \text{ CO}_2\text{-e}$ . Författarna drog emellertid slutsatsen att alla testade alternativ och odlingsregioner medförde en högre kostnad än att bryta och använda lågförädlad kol.

Anderson och Luckert (2007) konstaterade att snabbväxande trädslag som hybridpoppel har möjlighet att ge god ekonomisk avkastning och också att det största problemet med att introducera poppelplantager är av social och politisk karaktär.

I Indien säljs poppelvirke per vikt (Kishwan & Kumar, 2003). I början på 00-talet sjönk priserna på poppelvirke dramatiskt varför intresset för att odla poppel minskade bland bönderna.

## 8.5.2 Europa

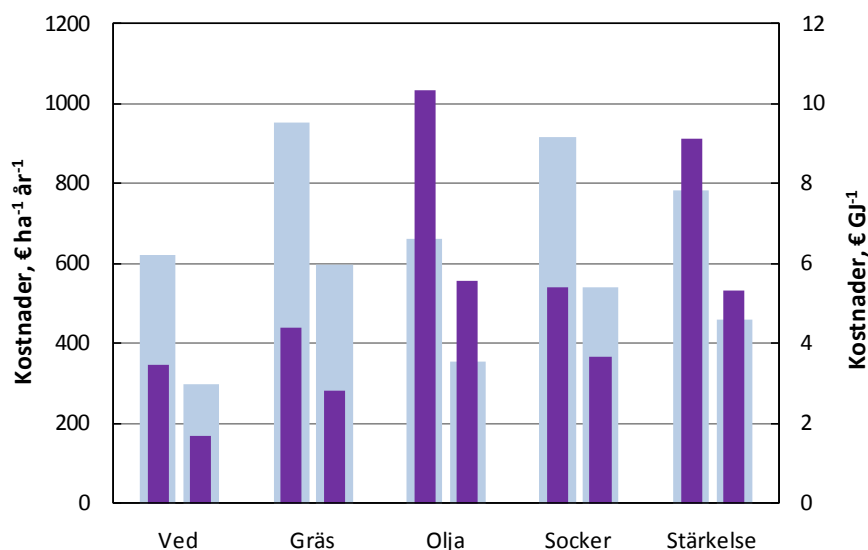
De Wit och Faaij (2010) beräknade biomassapotentia och kostnader för odling av energigrödor i Europa (EU27 + Ukraina). Man jämförde olika typer av grödor (vedartade växter, gräs, olje-, socker- och stärkelsegrödor).

Beräkningarna visade att vedartade växter, typ poppel och *Salix*, hade de lägsta produktionskostnaderna, både räknat på areal och på energiinnehåll (Figur 8.4). Den totala kapitalkostnaden för att odla poppel låg på  $143 \text{ € ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ , varav hela 94 % hänförde sig till etableringsfasen. Kostnaden var den lägsta för samtliga ingående energigrödor, där bl.a. *Salix* och eukalyptus ingick. Beräkningarna visade också att kostnaderna var betydligt lägre i Östeuropa än i Västeuropa.

Spinelli m.fl. (2008, 2009) utvecklade en modell för att beräkna produktivitet och ekonomiskt utfall vid skörd av poppel i Italien med kort omloppstid (1–2 år). Modellen baserades på 45 avverkningar av poppel och visade att avverkningskostnaden kan hållas under  $15 \text{ € friskviktston}^{-1}$  ( $2 \text{ € GJ}^{-1}$  eller  $0,56 \text{ € MWh}^{-1}$ ) om den stående biomassan överstiger  $40 \text{ ton friskvikt ha}^{-1}$ .

Stürmer och Schmid (2007) beräknade årliga kassaflöden för odling av poppel och *Salix* med korta omloppstider på jordbruksmark i Österrike. De kom fram till att medelvärdena för kassaflöden vid olika skötselvarianter hamnade mellan  $75$  och  $382 \text{ € ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  vid 4 % ränta beroende på omloppstid, ståndortens bördighet och trädslag (tabell 8.4). De antagna tillväxtnivåerna, låg, medel och hög, angavs som 8, 11 och  $14 \text{ ton TS ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$  i medeltal med en reduktion av tillväxten med 10 %, 20 % och 25 % för fjärde, femte respektive sjätte omdrevet. En jämförelse mellan trädslagen visade att, med givna

förutsättningar, *Salix* är lönsammare vid kortare omloppstider, upp till 5 år, medan poppelns optimala omloppstid infaller i spannet 5–10 år.



Figur 8.4. Produktionskostnaderna för fem olika typer av energigrödor uttryckt per areal (ljusblåa staplar, vänster axel) och på energibasis (violettera staplar, höger axel). De vänstra staplarna för respektive gröda hänför sig till Västeuropa och de högre till Östeuropa. Från De Wit & Faaij (2010).

Tabell 8.4. Annuitetsvärden (årliga kassaflöden), uttryckta i euro (€), för *Salix* och poppel i Österrike beroende på omloppstid och ståndortens bördighet vid 4 % räntekrav. I tabellen redovisas medelvärden för 24–30 olika skötselvarianter per trädslag, omloppstid och ståndortsindex. Från Stürmer och Schmid (2007).

Omloppstid (år)	Bördighet	Annuitet <i>Salix</i> (€)	Annuitet poppel (€)
2	låg	75	93
2	medel	187	157
2	hög	324	267
3	låg	158	115
3	medel	268	225
3	hög	403	360
4	låg	196	160
4	medel	304	269
4	hög	436	400
5	låg	215	184
5	medel	321	290
5	hög	452	421
6	låg	181	163
6	medel	275	257
6	hög	392	374
7	låg	191	194
7	medel	286	290
7	hög	404	407
8	låg	140	160
8	medel	222	243
8	hög	324	345
9	låg	156	193
9	medel	237	274
9	hög	336	373
10	låg	163	206
10	medel	242	285
10	hög	340	382

I Bayern i Tyskland har Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft redovisat kostnader för att anlägga och skörda energiskog av poppel och *Salix* med omloppstider på 3–10 år (LWF, 2005). Med ett sticklingsförband på 5 000 ha<sup>-1</sup> uppgick anläggningskostnaden till totalt 1 324 € för poppel (Tabell 8.5).

LWF (2005) urskiljde fyra olika avverkningsmöjligheter för energiskog: 1) motormanuell fällning med manuell insamling för privat markägare upp till 1 ha; 2) motormanuell fällning och insamling med kran för odlingar upp till 5 ha; 3) helmekanisk fällning och hopbuntning samt insamling med kran för större arealer; samt 4) helmekanisk fällning och flisning för medelstora till stora odlingsfält. I det fall avverkning utförs vid 5 års ålder uppskattades avverkningskostnaderna till 28–92 € ton<sup>-1</sup> TS (tabell 8.6.)

Tabell 8.5.

Kostnadskalkyl för att anlägga energiskog med poppel. Uppgifterna bygger på ersättningsnivåer angivna av styrelsen för Bayerischen Maschinen- und Betriebshilfe samt sticklingspriser från plantskolor i Bayern 2004. Från LWF (2005).

Utgiftspost		Kostnad ha <sup>-1</sup> (€)
Herbicidebehandling	Spridning	15
	Medel	21
Plöjning		80
Harvning		41
Ogräsbekämpning	Spridning	15
	Medel	52
Sticklingar	5 000 st à 0,18 €	900
Stickning		200
<b>Summa:</b>		<b>1 324</b>

Tabell 8.6.

Avverkningskostnad för fyra utvalda skördesystem, se texten ovan. Från LWF (2005)

Skördesystem	Kostnad (fritt (€ t <sup>-1</sup> TS)
1) Fällning-insamling (manuellt)	92
2) Fällning med kraninsamling	60
3) Mekanisk fällning/buntning/insamling	69
4) Mekanisk fällning och flisning	28

Stürmer och Schmid (2007) gjorde motsvarande kostnadskalkyl som LWF för att anlägga *Salix*- och poppelodlingar i Österrike. Beräkningarna visade på högre anläggningskostnader kalkylen för Bayern. Det beror bl.a. på tätare sticklingsförband, att gödsling ingår och, vid jämförelse med *Salix*, att det anses behövas hägn i Österrike (tabell 8.7).

Tabell 8.7.

Beräknade anläggningskostnader (€) för maskinellt planterad poppel och *Salix* i Österrike. Utdrag hämtat från Stürmer och Schmid (2007).

Trädslag	Poppel		<i>Salix</i>	
<b>Bakgrundsfakta</b>				
Omdrev, år	3	8	5	9
Ståndortsindex	lågt	høgt	lågt	høgt
Förband, st ha <sup>-1</sup>	8 000	6 100	8 000	4 100
Radsystem	1	2	1	2
Stickning	maskin	maskin	maskin	maskin
<b>Kostnader</b>				
Maskinkostnad, markprep.	50	50	50	50
Maskinkostnad, plantering	672	21	294	21
Sticklingar	1 628	1 241	660	338
Maskinkostnad, gödsling	8	25	8	25
Gödselmedel	102	475	170	534
Maskinkostn., kem. ogräsbek.	17	17	17	17
Kemikalier, ogräsbekämpning	21	21	21	21
Maskinkostn., mek. ogräsbek.	18	42	18	42
Stängsling	0	0	1 162	1 162
Försäkring	17	17	17	17
<b>Summa kostnader</b>	<b>2 534</b>	<b>1 910</b>	<b>2 417</b>	<b>2 229</b>

### 8.5.3 Sverige

Ekonomiska förutsättningar för att införa och odla energiskog på åkermark har presenterats fortlöpande under senare år. Med energiskog menas i Sverige produktion av vedbiomassa för energiändamål under en omloppstid på maximalt 20 år för *Populus*-arter, och de alternativ som huvudsakligen står till buds på våra breddgrader är odling av *Salix* eller poppel, vilket också inkluderar hybridasp.

Ericsson m.fl. (2009) jämförde ekonomin uttryckt som produktionskostnader, för tre olika typer av energigrödor, 1) energiskog (SRC), 2) fleråriga gräs och 3) annuella stråsädesslag. I SRC ingick *Salix* och poppel. I begreppet produktionskostnad inkluderades såväl kostnaden för odling som för areal och risk.

Odlingskostnaden omfattade alla kostnader som kan kopplas till själva odlingen, såsom etablering, ogräsbekämpning gödsling, skörd, transport och uppbyggnad. Arealkostnaden definierades som kostnaden för ”möjligheten”, d.v.s. lönsamheten för alternativ odling. I det här fallet var alternativet odling av stråsäd. Kostnaden för risk är den kompensation som markägaren kräver för att göra en investering som innebär en förhöjd risk, i detta fall den ökade risken att skifta från ordinär stråsädsproduktion till energigröda. Studien visade att produktionskostnaden var lägst för SRC grödor, 4–5 € GJ<sup>-1</sup> vid nuvarande förhållanden. Värdena för fleråriga gräs och stråsäd var 6–7 € GJ<sup>-1</sup> respektive 6–8 € GJ<sup>-1</sup>. Möjligheterna att sänka kostnaderna bedömdes också vara störst för SRC-grödor och fleråriga gräs, ca 1 € GJ<sup>-1</sup>, medan de var obefintliga för stråsäd.

Det har tidigare gjorts kalkyljämförelser mellan t.ex. gran och hybridasp. Dessa visar att hybridasp är ett konkurrenskraftigt alternativ till gran, särskilt då räntekraven är höga (Libäck, 1988; Eriksson, 1991; Rytter m.fl., 2002). Hybridaspens tålde i jämförelsen även att bära en kostnad för hägn och fortfarande ge ett högre netto. En viktig förutsättning var dock att ett mer värdefullt sortiment än massaved togs ut. I dessa kalkyler ingick inte något biobränslesortiment.

Ett problem vid anläggning av *Populus*-bestånd är att plantpriserna är höga. Det beror på de små kvantiteterna och för hybridasp dessutom på att man behöver använda mikroförökningstekniken. Vid den senaste sammanställningen (Mats Hannerz, pers. komm., 2010) var priset per planta 10–12 SEK för hybridasp och 5–8 SEK för poppel. Det innebär att det blir ekonomiskt ogynnsamt att anlägga odlingar med täta förband och att det vanligt förekommande kvadratförbandet på 3 m sannolikt kommer att dominera under närmaste framtid.

Det finns få praktiska ekonomiska resultat redovisade för poppel och hybridasp i Sverige. I tabell 8.8 finns dock några exempel på ekonomiskt utfall från kommersiella hybridasp- och poppelodlingar i södra Sverige. De visar på god men lite olika ekonomiskt utfall.

Bestånd 1 anlades redan 1949 med plantmaterial från den första förädlings- och urvalsvägen för hybridasp (Alriksson, 1988). Beståndet anlades på åkermark i direkt anslutning till avslutat brukande. Området hägnades inte. Beståndet gallrades tre gånger beroende på tätt inledande förband och lång omloppstid. Omloppstiden blev mer än 10 år längre än vad som förväntas i dag. Trots den höga åldern var beståndet friskt ända fram till slutavverkningen. I slutavverkningen blev drygt 77 % av virkesvolymen såld som tändsticksvirke.

Bestånd 2 med poppel anlades direkt i stubben efter skörd av åkergrödor. Marken behandlades med Kerb före maskinell plantering. Området hägnades inte och inga skötselåtgärder vidtogs före slutavverkning, vilken genomfördes sommartid (juni–augusti). Sortimentet energived (ej flis) togs ut på de första 3 m av många stammar där kvistningen bedömdes bli kostbar liksom från de träd som var krokiga eller defekta på annat sätt. För övrigt såldes rundvirket som massaved och groten såldes som flis. Konventionell avverkningsteknik med skördare och skotare användes genomgående.

Informationen om anläggningskostnad för poppeln i bestånd 3 saknas men bedöms ligga på samma nivå som för bestånd 2 eftersom anläggningsår och förband är samma och båda bestånden ligger på åkermark. Däremot hägnades området. Lönsamheten reducerades av att stormfällt virke från Gudrunstormen fick tas ut liksom att gallring utfördes bara något år innan beståndet slutavverkades. För att få en större andel massaved, i stället för energiflis, utfördes manuell stamkvistning av de stammar där behov förelåg. I övrigt användes konventionell avverkningsteknik.

Bestånd 4 utgjordes av ett blandbestånd där poppel och i viss mån hybridasp utgjorde skärm för att dra upp ett ädellövbestånd och avverkningen bör därför närmast jämföras med en röjningskostnad i ädellövskog. I tabell 8.8 redovisas också bara den virkesdel som faller på poppel även om en del mindre volymer av andra trädslag också togs bort i beståndet i samband med att poppelskärmen avlägsnades. Ordinär gallringsteknik användes.

Bestånd 5 med poppel har ännu inte slutavverkas och resultatet är en avbrottskalkyl där endast stammarna tas ut och går till energived/massaved. Avbrottsläget har satts till 2008 med då gällande prisbild och beståndsåldern 17 år. De genomförda gallringarna skedde med ordinär teknik men hela 4 gallringar utfördes under perioden 2001–2008 eftersom beståndet också använts för att producera sticklingar. Förvaltaren räknar med bättre ekonomi än vid avbrottskalkylen och kalkylerar med ett årligt kassaflöde på över 4 000 SEK ha<sup>-1</sup> om beståndet står ytterligare tio år, d.v.s. till år 2018.



Bestånd 6 förbereddes hösten 1991 då en ogräsbekämpning med Round-Up utfördes. Våren 1992 skedde plantering med rotade poppelsticklingar. Markägaren ordnade själv med stängsel varför hägnkostnaden är svår att uppskatta. Inga åtgärder utfördes sedan innan slutavverkning vintern 2009/2010 vid 18 års ålder. Avverkningen skedde med ordinär skördare och skotare. Huvudparten av totalvolymen såldes som energived av stamvirke. Groten insamlades och flisades på plats.

Samtliga odlingar uppvisar positiv ekonomi men variationen är stor bl.a. beroende på tillväxt, sortimentsuttag, skördeteknik, virkespriser och hägnad. Skillnaden i resultat mellan bestånd 2 och 3 berodde t.ex. på sämre virkes- och flispriser, högre avverkningskostnader, högre flisandel av skörden och mer stormskador 1999 i bestånd 3. Det kunde dock noteras att en medeltillväxt på över 20 m<sup>3</sup>sk ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> kan förväntas i framtida kommersiella odlingar.

Tabell 8.8.

Data och ekonomiskt utfall från kommersiella hybridasp- och poppelplanteringar. Odlingmaterialet för poppel var genomgående klonen 'OP42' (*P. maximowiczii* × *P. trichocarpa*). För hybridasp har ett tidigt urval använts i bestånd 1 medan det urval som gjordes under 1980-talet ingår i bestånd 4. Planteringsförband, skötsel och ändamål med odlingarna varierade. Inga bidrag ingår i de redovisade siffrorna. Uppgifterna är hämtade från ansvariga förvaltare, markägare samt från Alriksson (1988) och Christersson (2008). H = hybridasp, P = poppel, <sup>1)</sup> inklusive hägnkostnad, <sup>2)</sup> räknat för totala arealen, alltså även areal som inte täcktes av poppel/hybridasp, <sup>3)</sup> uppskattat, <sup>4)</sup> avbrottskalkyl, <sup>5)</sup> grenar ingår ej, <sup>6)</sup> området hägnades av markägaren men kostnaden har ej uppskattats och ingår ej, <sup>7)</sup> varav 56 % tändsticksvirke.

Lokal	1	2	3	4	5	6
Trädslag	H	P	P	P och H	P	P
Förband (st ha <sup>-1</sup> )	2 500	1 100	1 100	281	1 600	1 100
Areal (ha)	0,4	32	15,7	9,0	7,8	3,5
Planteringsår	1949	1991	1991	1993	1991	1992
Avverkningsår	1987	2004	2004	2007	2008 <sup>4)</sup>	2010
Ålder vid avverkning (år)	38	14	12–14	14	17	18
Medeltillväxt inkl. grenar (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	16,7 <sup>5)</sup>	27,6	21,5	14,8 <sup>2)</sup>	20,4 <sup>5)</sup>	24,3
Medeltillväxt (ton TS ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup> )	6,2	8,9	6,9	4,8 <sup>2)</sup>	6,6 <sup>5)</sup>	7,9
Anläggningskostnad (kr ha <sup>-1</sup> )	920	8 210	10 500 <sup>1)</sup>	7 200	6 600	7 600 <sup>6)</sup>
Skördevolym, massaved (m <sup>3</sup> fub)	209 <sup>7)</sup>	6 077	2 049	611	-	-
Skördevolym, energived (m <sup>3</sup> fub)	-	1 907	-	-	2 168	1 059
Skördevolym, flis (m <sup>3</sup> s)	-	5 146	4 690	3 353	0	667
Intäkt, massaved (kr m <sup>3</sup> fub)	304 <sup>7)</sup>	264	228–249	300 <sup>3)</sup>	-	-
Intäkt, energived (kr m <sup>3</sup> fub)	-	235–265	-	-	208–305	275
Intäkt, flis (kr m <sup>3</sup> s)	-	93–97	22,50–26,08	100 <sup>3)</sup>	-	54,6
Avverkningskostnad (kr m <sup>-3</sup> )	19	73	97–142	120 <sup>3)</sup>	85–142	80
Avverkningsnetto (kr ha <sup>-1</sup> )	48 686	44 504	20 995 <sup>1)</sup>	34 578 <sup>1)</sup>	39 932 <sup>1)</sup>	69 384
Kassaflöde (kr ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup> )	1 225	2 592	913 <sup>1)</sup>	1 738	1 962	2 968
Internränta (%)	13,1	12,8	6,2 <sup>1)</sup>	9,8 <sup>1)</sup>	12,3 <sup>1)</sup>	13,1

### 8.5.4 Priser och prisutveckling

Prisutvecklingen för massaved och sågbart virke av asp har haft en svag utveckling under de senaste decennierna, precis som för de flesta andra trädslag. Så t.ex. betalades björkmassaved med 246 SEK<sup>-3</sup>fub i början av år 2001. Nästan 10 år senare (i slutet av 2009) var priset 271 SEK m<sup>-3</sup>fub och då har ingen justering gjorts för kostnadsläget.

Prisutvecklingen för trädbränslen, räknat som SEK MWh<sup>-1</sup> har ökat stadigt under perioden 2005–2009 (Energimyndigheten, 2009b). Det gäller såväl förädlade trädbränslen som skogsflis och biprodukter. Det är endast sortimentet returträ som haft en stillastående prisutveckling.

För närvarande (våren 2010) betalar värme- och kraftvärmeverk ungefär 200 SEK MWh<sup>-1</sup> (~1 000 SEK ton TS<sup>-1</sup>). Ett problem vid hantering av det nya sortimentet skogsflis är vilken måttenhet som ska användas. Det förekommer såväl fast mått (m<sup>3</sup>f), löst mått (m<sup>3</sup>s), vikt (ton) som energiinnehåll (megawatt-timmar, MWh). Alla enheter har sina för och nackdelar men en gemensam standard skulle underlätta hanteringen och möjligheterna att jämföra priser (Rolfsson, 2009; Ostelius, 2010a). De senaste signalerna från VMU (VirkesMätning Utveckling) säger att vikt, d.v.s. ton skogsbränsle, förmodligen blir den enhet som kommer att användas framöver (Rolfsson, 2010). Detta ger även en rättvisare betalning eftersom andra måttenheter påverkas av när bränslet hämtas och hur det transporteras (Ostelius, 2010b). Energivärdet (MWh) påverkas av fukthalten och volymen (m<sup>3</sup>s) av hopsjunkning under transport. Rolfsson (2009) har också påtalat att fjärrvärmepriserna är lika för allmänheten oavsett om den kommer från olja eller skogsflis, samtidigt som flisen bara kostar en femtedel av oljan. Det kan således finnas skäl att framdeles justera kostnader och priser i energihanteringen.

## 8.6 EKONOMISK UTVÄRDERING AV FÖRESLAGNA ODLINGSSYSTEM

I det här avsnittet utvärderas ekonomiskt de odlingssystem som presenterats i avsnitten 7.2 och 7.3, samtidigt som en jämförelse sker med, dels åkermarksgrödor (*Salix*, korn, fodervete och höstraps), dels gran på skogsmark. Inledningsvis beräknas ekonomin övergripande för alla de 41 föreslagna odlingssystemen. De mest lovande fallen samt ytterligare något fall studeras därefter mer i detalj.

### 8.6.1 Beskrivning av kalkylerna

Målet med kalkylerna har varit att ta fram ett förväntat netto per hektar uttryckt i SEK. Nuvärdeskalkyler har gjorts varefter investeringens annuitet, d.v.s. nuvärdet utslaget per år, har räknats fram. Den vanliga skogliga räntesatsen 3 % har använts i det inledande grundarbetet.

Nuvärdet (NV) av en framtida inbetalning ( $I$ ), år  $n$  vid kalkylräntan  $p$  erhålls genom följande formel:

$$NV = I / (1+p)^n,$$

vilket är *Inbetalningen* /  $(1,03)^{\text{aktuellt år}}$  eller *Inbetalningen* \*  $1,03^{-n}$  vid den ”normala skogliga räntan” på 3 %.

Metoden kan användas både för att besluta om en viss investering ska genomföras, eller för att jämföra olika investeringsalternativ. Det går dock bara att jämföra alternativ med lika lång ekonomisk livslängd. Om livslängden är olika, är det bättre att jämföra investeringens annuitet, d.v.s. nuvärdet utslaget per år.

Nettonuvärdet multipliceras då helt enkelt med annuitetsfaktorn ( $k$ ) varefter annuitetsvärdet ( $A$ ) beräknas:

$$k = p / (1 - (1+p)^{-n}), \text{ och}$$

$$A = NNV \times k = (NNV \times p) / (1 - (1+p)^{-n}),$$

där  $k$  = annuitetsfaktor,  $A$  = annuitet,  $NNV$  = nettonuvärde, och  $n$  = ekonomisk livslängd.

### 8.6.2 Maskinsystem

Den avverkningsmetod som har använts för beräkningar i den här studien är användning av konventionell skördare med ackumulerande aggregat, där skördarens storlek bestäms av medelstammens volym. I dag används sällan konventionella rundvirkesskördare då medelstammen understiger 0,04 m<sup>3</sup>fub eftersom det anses vara för dyrt. Teknikprogrammet på Skogforsk förutspår att tekniken för flerträdshantering av klena stammar kommer att utvecklas de närmaste åren men de maskinsystem som används i kalkylerna utgår från de maskiner som finns och används i dag. Maskinerna är märkesneutrala och tabell 8.9 utgör endast ett exempel på liten respektive stor skördare med ”matchande” skotare. I de fall då medelstammen är 0,01–0,03 bedöms någon form av ”*Salix*-skördare” vara den lämpligaste maskinen, åtminstone på åkermark.

Tabell 8.9.

Exempel på lämplig skördare och aggregat, samt bränsleförbrukning, vid olika medelstamsvolymmer.

Medelstam (m <sup>3</sup> fub)	Skördare (exempel)	Aggregat	Bränsleförbr. (l m <sup>3</sup> fub)	Skotare	Bränsleförbr. (l m <sup>3</sup> fub)
0,03 – 0,1	Rottne H8	Rottne Ack.	2,0 – 2,5	Rottne F9	0,6 – 0,65
0,1 – 0,3	Rottne H14	SP451	0,9 – 1,1	John Deere 1410	0,6 – 0,65

När bestånden bara slutavverkas och biomassa är det enda sortimentet har antagandet gjorts att uttaget sker som helträd. I princip är trädet bara kapat på mitten. Skotning har då utförts med en konventionell rundvirkesskotare i beräkningarna. I verkligheten kan man tänka sig att man använder sig av en s.k. GROT-skotare med en vagn som kan komprimera lasset.

När bestånden har avverkats så att biomassa och massaved och/eller timmer tagits ut har det antagits att biomassan tagits ut i form av GROT och därför har GROT skotats med en särskild skotare efter det att en rundvirkesskotare tagit ut rundveden.

Ingen administrativ kostnad är pålagd inledningsvis utan endast rena priser till entreprenör, exklusive moms, ingår i beräkningarna. Pappers- och timmerindustrier samt värmeverk betalar vanligtvis en provision till den virkesanskaffande organisationen och oftast står köparen även för transporten. Detta beror på affärsformen i varje enskilt fall och i beräkningarna har en i Mälardalen vedertagen affärsmodell använts.

För flytt/etableringsavgift använder kalkylerna 3 500 SEK för flytt av ett maskinlag, d.v.s. skördare och skotare. I de fall då det behövts ytterligare en skotare för GROT har 1 200 SEK lagts på för den flytten. Samtliga dessa kostnader är erfarenhetstal från praktiskt skogsbruk i Mälardalen och gäller för flytt upp till 20 km. Det har antagits att varje trakt är 2 hektar, vilket får till följd att flyttkostnaden utgör en relativt stor del av kostnaden utslaget per kubikmeter. Om man tänker sig en större medelareal blir flyttkostnaden följaktligen en mindre del av den totala kostnaden.

Transportkostnader är inledningsvis inte inlagda i kalkylen då de beror på avståndet till industri respektive värmeverk. Generellt kan man säga att de bör ligga mellan 65 och 80 SEK m<sup>3</sup>fub.

Inte heller är olika skotningsavstånd beräknade utan kalkylerna räknar med ett grundpris som gäller för 100 meter. I allmänhet får man lägga till 2–3 SEK m<sup>3</sup>fub för varje 100 meter.

Priserna för de olika sortimenten har satts till följande:

Bioenergi fritt användare	792 SEK ton TS <sup>-1</sup>
Massaved löv	260 SEK m <sup>3</sup> fub
Massaved gran	299 SEK m <sup>3</sup> fub
Sågtimmer löv	400 SEK m <sup>3</sup> fub
Sågtimmer gran	443 SEK m <sup>3</sup> fub

Priserna kan sägas vara ett medelvärde för de tre senaste åren, vilket gör att atypiska priser som gällde efter stormen Gudrun inte ingår.

För anläggningskostnader på skogsmark har Brunbergs (2010) senaste sammanställning av skogsbrukets kostnader använts för gran på skogsmark. Där kostar markberedning 1 850 SEK ha<sup>-1</sup> i Götaland medan plantering i snitt kostar 9 480 SEK ha<sup>-1</sup>. Planteringskostnaden har även använts för gran på åkermark. Markberedning på åkermark inklusive ogräsbekämpning kostar ungefär 2 900 SEK enligt samtal med förvaltare i Skåne. Denna siffra har använts för alla trädslag. Markberedning vid plantering av hybridasp och poppel på skogsmark sker som högläggning med hjälp av grävsropa. Denna metod är visserligen dyrare än harvning men erfarenheterna hittills visar att metoden ger bäst resultat. Kostnaden för detta är ca 5 500 SEK ha<sup>-1</sup>. Plantpriserna för hybridasp och poppel varierar men har här satts till 10 respektive 5 SEK styck. Själva planteringen för hybridasp och poppel kostar ungefär 2 SEK per planta. Kalkylerna som gjorts har en tydlig prägel av södra Sverige. Anledningen är att det då finns erfarenhetssiffror att gå på för hybridasp och poppel. För nordligare breddgrader skulle det innebära fler osäkra antaganden.

### 8.6.3 Bränsleförbrukning

En studie av skotaren John Deere 1410D (Fogdestam, 2010) visade på en genomsnittlig bränsleförbrukning på 0,61 liter m<sup>3</sup>fub i gallring med en medelstam på 0,09 m<sup>3</sup>fub. Hur mycket förbrukar då en skördare? Det beror bl.a. på fabrikat och modell men generellt sett kan man säga att en mellanstor skördare, typ JD 1070, förbrukar drygt en liter m<sup>3</sup>fub i gallring och knappt 1 liter m<sup>3</sup>fub i slutavverkning. (pers. komm., Anders Mörk, 2010)

En Rottne H8 förbrukar ungefär 10–11 l h<sup>-1</sup> och producerar 4–5 m<sup>3</sup>fub h<sup>-1</sup>, vilket innebär 2,2 till 2,5 l m<sup>3</sup>fub (pers. komm., Ruhdi Karlsson, 2009, entreprenör Mellanskog; tabell 8.9).

### 8.6.4 Ekonomiskt utfall för de olika odlingssystemen

I tabell 8.10 visas det ekonomiska utfallet för alla de olika odlingssystemen vid de förutsättningar som givits ovan. Listan har satts upp med bästa utfall först och sedan sjunkande annuitetsvärde för respektive trädslag.

I nedanstående ranking finns naturligtvis en del att invända, bl.a. har inte hägnkostnader tagits med. Anledningen är att dessa slår oerhört hårt mot storleken på den areal som planteras samt dess arrondering och samtidigt vid en tillräckligt stor areal blir av liten betydelse. I det här skedet gjordes inga arealanalyser. Det har emellertid gjorts en uppdelning av odling på åkermark

respektive skogsmark. Vi bedömer att rankingens ordningsföljd verkar vara rimlig. De alternativ som har högst annuitetsvärde är de som har höga volymer med stor medelstam och där det faller ut timmer. Poppel och hybridasp har erhållit liknande värden om volymer och medelstam har varit desamma, se t.ex. PT3:1 respektive HT3:1.

Det är möjligt att kostnad för drivning skulle ökas något med tanke på att den poppelklon som används ("OP42") har många och sega kvistar men det är tveksamt om det påverkar rankingen och dessutom finns numera nya poppelkloner att tillgå. Som jämförelse kan nämnas att i en gallringsstudie av Brunberg och Lundström (2010) skiljde det 10 SEK m<sup>-3</sup>fub för skördaren i bestånd med medelstam på 0,05 m<sup>3</sup>fub då man jämförde lättkvistad tall med svårkvistad contortatall. Skillnaden på 10 SEK gör 3 % i skillnad på totalkostnaden för gallring i ett 0,05-bestånd i ovanstående kalkyl.

Tabell 8.10. Ekonomiskt utfall uttryckt som annuitetsvärde i SEK för de odlingssystem som presenterats i kapitel 5. Räntesatsen är satt till 3 % och de olika odlingssystemen har satts upp med fallande lönsamhet för respektive trädslag. Hågnkostnader är inte medtagna då de är starkt beroende av areal och lokalens arrondering. I den här tabellen anges även den tabell under avsnittet Odlingssystem där odlingsalternativet presenteras.

Odlingsalternativ	Urspr. tabell	Beteckn.	Plantor (st ha <sup>-1</sup> )*	Skötsel	Omloppstid (år)	Sortiment	Ann. värde (SEK ha <sup>-1</sup> )	
							åkermark	skogsmark
Poppel, timmer	5.4	PT1:2	2 500	1 gallr	25	Bio/Mv/Ti	3 058	2 965
Poppel, timmer	5.4	PT1:1	2 500	2 gallr	25	Bio/Mv/Ti	2 564	2 470
Poppel, timmer	5.4	PT2:1	1 100	1 gallr	25	Bio/Mv/Ti	2 203	2 109
Poppel, timmer	5.4	PT3:1	500	-	25	Bio/Mv/Ti	2 191	2 098
Poppel, biomassa	5.5	PB5:2	1 600ss	-	15	Bio	1 927	1 927
Poppel, biomassa	5.5	PB5:1	1 600ss	-	10	Bio	1 925	1 925
Poppel, massaved	5.3	PM2:3	1 600	1 gallr	20	Bio/Mv	1 444	1 335
Poppel, massaved	5.3	PM3:2	1 100	-	15	Bio/Mv	1 166	1 030
Poppel, biomassa	5.5	PB6:2	500ss	-	15	Bio	1 102	1 102
Poppel, massaved	5.3	PM2:4	1 600	-	20	Bio/Mv	921	811
Poppel, biomassa	5.5	PB6:1	500ss	-	10	Bio	886	886
Poppel, biomassa	5.2	PB3:2	2 500	-	15	Bio	808	672
Poppel, massaved	5.3	PM2:2	1 600	-	15	Bio/Mv/Ti	646	509
Poppel, massaved	5.3	PM1:3	2 500	1 gallr	20	Bio/Mv	527	418
Poppel, biomassa	5.5	PB4:2	10 000ss	-	5	Bio	348	-
Poppel, biomassa	5.5	PB4:1	10 000ss	-	5	Bio	94	-
Poppel, massaved	5.3	PM1:2	2 500	-	15	Bio/Mv	-175	-312
Poppel, massaved	5.3	PM3:1	1 100	-	10	Bio/Mv	-281	-472
Poppel, massaved	5.3	PM2:1	1 600	-	10	Bio/Mv	-600	-791
Poppel, biomassa	5.2	PB3:1	2 500	-	10	Bio	-872	-1 063
Poppel, massaved	5.3	PM1:1	2 500	-	10	Bio/Mv	-1 398	-1 589
Poppel, biomassa	5.2	PB2:3	5 000	-	10	Bio	-2 931	-
Poppel, biomassa	5.2	PB1:2	10 000	-	10	Bio	-7 914	-
Poppel, biomassa	5.2	PB2:2	5 000	-	5	Bio	-7 985	-
Poppel, biomassa	5.2	PB2:1	5 000	-	3	Bio	-13 617	-
Poppel, biomassa	5.2	PB1:1	10 000	-	5	Bio	-15 630	-
Hybridasp, timmer	5.7	HT2:1	1 100	1 gallr	25	Bio/Mv/Tv	2 465	2 371
Hybridasp, timmer	5.7	HT3:1	500	-	25	Bio/Mv/Ti	2 052	1 958
Hybridasp, timmer	5.8	HT4:1	50 000rs	1 röjn, 1 gallr	25	Bio/Mv/Ti	1 711	1 711
Hybridasp, timmer	5.7	HT1:2	2 500	1 gallr	25	Bio/Mv/Ti	1 651	1 557
Hybridasp, timmer	5.8	HT4:2	50 000rs	1 gallr	25	Bio/Mv/Ti	1 479	1 479
Hybridasp, massaved	5.6	HM2:2	1 100	1 gallr	20	Bio/Mv	1 422	1 313
Hybridasp, timmer	5.7	HT1:1	2 500	2 gallr	25	Bio/Mv/Ti	1 338	1 244
Hybridasp, massaved	5.8	HM3:1	50 000rs	1 röjn	15	Bio/Mv	401	401
Hybridasp, massaved	5.6	HM2:1	1 100	-	10	Bio/Mv	-136	-327
Hybridasp, massaved	5.6	HM1:2	2 500	1 gallr	20	Bio/Mv	-538	-647
Hybridasp, biomassa	5.8	HB1:2	50 000rs	-	8	Bio	-1 652	-
Hybridasp, massaved	5.6	HM1:1	2 500	-	10	Bio/Mv	-2 956	-3 147
Hybridasp, biomassa	5.8	HB1:1	50 000rs	-	4	Bio	-3 674	-
Gran, timmer	-	G1:2	3 000	1 gallr	58	Bio/Mv/Ti	694	732
Gran, timmer	-	G1:1	3 000	2 gallr	58	Bio/Mv/Ti	568	606

\* ss = stubbskott i generation 2, rs = rotskott i generation 2

Att biomassaalternativen för rotskottsförnygrad hybridasp (HB1:1) ger så pass lågt netto beror på hög drivningskostnad, vilken torde gå att sänka då framryckningshastigheten kan ökas då stamval inte behöver ske och då en teknikutveckling för dylika täta bestånd är att vänta. Det handlar om 2-litersträd vilka blir dyra att avverka med det konventionella skördare-skotare systemet. Om man använder en mer effektiv maskintyp blir drivningen billigare, vilket skulle ge ett högre nuvärde.

### 8.6.5 Slutsatser från kalkylerna

Den metod som troligtvis blir bäst för biomassa är att ta ut själva stamveden (energived) i beståndet och lämna grenar och toppar att köra på, för att undvika markskador och för att behålla näring i beståndet. Transport sker då med vanlig rundvirkesbil till värmeverk. Om energiveden krossas vid värmeverket blir sönderdelningen billig, ca 10 SEK m<sup>-3</sup>s, vilket motsvarar 25 SEK m<sup>-3</sup>fub.

Andra framtida system som är tänkbara är en ”direktlastande” buntare eller en maskin som flisar direkt och sedan förpackar färsk flis i plastkorvar (Bruuns FlisPac).

I studien av Bergkvist m.fl. (2006) har man räknat med två maskinsystem som ännu inte kommit ut i praktisk drift. Man har också räknat med samma maskinsystem som här, nämligen kranupphängt ackumulerande aggregat. Resultatet från de beräkningar som gjorts här och de som presenteras i Bergkvists m.fl. studie skiljer sig en del. Båda bestånden ger en skörd på ca 25 ton TS biomassa ha<sup>-1</sup>. Orsakerna till att resultaten divergerar är bl.a. skillnader i avverkningskostnad (framryckningshastighet) och att i den här rapporten ingår flyttkostnad för skördare och skotare samt, i förekommande fall, GROT-skotare.

Korridorgallring i olika former och ”nya” maskinsystem bör diskuteras. Det ska dock beaktas att ”nya” maskiner kräver nya investeringar. Fördelen med att använda befintlig maskinpark är att de redan existerar och används i dagens skogsbruk.

### 8.6.6 Fördjupad jämförelse av lönsamhet vid olika markanvändning

I detta avsnitt har de ekonomiskt sett mest lovande odlingsalternativen plus ytterligare något intressant fall från tabell 8.10 bearbetats vidare i en djupare analys där jämförelser sker med både åkermarksgrödor och med granodling.

#### 8.6.6.1 Förutsättningar för beräkningarna

I samtliga beräkningar ingår direkta kostnader i form av utsäde, gödning m.m., företagarens egna arbete och kapital. Samtliga kostnader för körslor såsom ränta och avskrivningar är beaktade. Overheadkostnader ingår i produktionskostnaderna med 100 till 800 SEK ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (skog på skogsmark 100 SEK, skog på åker 200 SEK, *Salix* 500 SEK och spannmål 800 SEK ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>). I beräkningarna är det beaktat en förmedlingskostnad på 40 SEK per ton TS biobränsle. Kalkylerna för poppel, hybridasp och gran är gjorda med både 3 och 6 % kalkylränta. För övriga grödor har endast 6 % kalkylräntefot använts. Inom skogsbruket används traditionellt lägre kalkylränta än inom jordbruket. I Agriwise (SLU) bidragskalkyler för 2010 anges en kalkylränta på 7 %. De sydliga hushållningssällskapen använde en kalkylränta på 5 % för efterkalkyler

2009, men hade 6 % i kalkylränta för efterkalkyler 2004. I Erikssons (1991) rapport om åkermarksbeskogning användes 3 % respektive 5 % i real kalkylränta. För ettåriga grödor har valet av kalkylränta måttlig betydelse till skillnad från skogsalternativen. Beräkningarna för bioenergi avser här leverans av sonderdelad vara till stora användare. Beräkningarna avser gödslade livsmedelsgrödor och *Salix*, medan poppel, hybridasp och gran inte är kvävegödslade. Däremot är det för samtliga grödor beaktat en kostnad för bortförsel av fosfor och kalium. Markkostnader, stöd och eventuella stängselkostnader ingår inte i beräkningarna.

För samtliga grödor och träslag har en modifierad totalstegkalkyl använts, vilken finns beskriven i Rosenqvist (1997). Skillnaden mellan en traditionell totalstegkalkyl och en modifierad är sättet att beakta in- och utbetalningar under fleråriga perioder. Den modifierade totalstegkalkylen är tillämplig på lönsamhetsberäkningar där man har olika stora in- respektive utbetalningar för olika år. Därmed har samma metod kunnat användas på ettåriga och fleråriga grödor. Genom att använda samma metod ökar jämförbarheten mellan de olika markanvändningsalternativen.

Prisnivån för beräkningarna är hämtade från åren 2009 och 2010. Energiinnehållet per ton TS antas vara samma som användes vid beräkningarna i SOU utredningen SOU 2007:36 (Regeringskansliet, 2007), *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*, vilket ursprungligen kommer från Börjesson (2007). För trädbränslen antas energiinnehållet vara 4,4 MWh ton<sup>-1</sup> TS.

Priser på producerade produkter har givetvis mycket stor betydelse för resultaten. Priserna för bioenergi, massaved och sågtimmer har angivits ovan under Maskinsystem (8.6.2).

Priser varierar över tiden och sedan år 2006 har spannmål haft mycket stora prissvängningar mellan olika år. Vad som är ett normalpris för spannmål eller framtida förväntade priser är mycket svårt att fastställa. Agriwise Databok redovisar Pool 1 priser för perioden 2005 till 2009. Medelpriset under denna period kan bedömas till ca 133 SEK dt<sup>-1</sup> för vete, ca 110 SEK dt<sup>-1</sup> för korn samt 252 SEK dt<sup>-1</sup> för höstraps. Priserna under hösten 2010 antogs vara högre än genomsnittet för perioden 2005 till 2010. Därmed antogs i beräkningarna priserna till 140 SEK dt<sup>-1</sup> för vete, 120 SEK dt<sup>-1</sup> för korn och 260 SEK dt<sup>-1</sup> för raps. För korn, höstvetet för foder samt höstraps har det använts en skördenivå på 7,9, 5,4 respektive 3,6 ton ha<sup>-1</sup>. För *Salix*, som är gödslad med kväve, har det antagits en skördenivå på 9 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Denna skördenivå representerar jordar i Götalands södra slättbygder, vilket är den bördigaste delen av Sverige.

#### 8.6.6.2 Resultat från beräkningarna

Beräkningar av lönsamhet på åkermark har gjorts för odling av poppel, hybridasp, gran, *Salix*, höstvetet för foderändamål, korn och höstraps. På skogsmark har det utförts beräkningar för odling av poppel, hybridasp och gran. Det finns ett flertal odlingssystem som presenterats för poppel, hybridasp och gran (tabell 8.10). De alternativ för poppel, hybridasp och gran som bedömts ge högst ekonomiska resultat i SEK per hektar och år, redovisas nedan (tabell 8.11), samt där utöver ytterligare något alternativ för poppel och hybridasp. Beräkningarna har skett med 3 och 6 % i real kalkylränta samt utförts för både åkermark och skogsmark.

Hur de framtida priserna kommer att vara när träd som är planterade år 2010 skall avverkas är svårt att sia om. Samtidigt har priserna stor betydelse för det ekonomiska utfallet. En prisförändring på t.ex. 10 % har större ekonomisk betydelse än en ökad tillväxt på 10 %. Anledningen till detta är att om det finns fler kubikmeter att skörda kommer också hektarkostnaderna att öka. Nedan redovisas några exempel på hektarresultat vid olika prisförhållanden. De siffror som anges i tabell 8.12 är endast exempel på priser och inget försök att förutsäga framtida priser.

Tabell 8.11:  
Resultat i SEK per hektar och år för de olika markanvändningsalternativen enligt huvudscenarierna.

Grödor	SEK ha <sup>-1</sup> år <sup>-1</sup>
<b>Livsmedelsgrödor, 6 % ränta</b>	
Korn	-1 670
Fodervete	1 699
Höstraps	1 001
<b>Skog på åker, 3 % ränta</b>	
Poppel, PT1:2	1 682
Hybridasp, HT2:1	1 404
Gran, G1:2	237
Poppel, PB5:2	811
Poppel, PB3:2	-94
Hybridasp, HT4:1	1 212
<b>Skog på skogsmark, 3 % ränta</b>	
Poppel, PT1:1	1 484
Poppel, PT1:2	1 771
Hybridasp, HT2:1	1 493
Gran, G1:2	402
Poppel, PB5:2	774
Hybridasp, HT4:1	879
<b>Skog på åker, 6 % ränta</b>	
Poppel, PT1:2	457
Hybridasp, HT2:1	335
Gran, G1:2	-751
Poppel, PB5:2	971
Poppel, PB3:2	-554
Hybridasp, HT4:1	601
<b>Skog på skogsmark, 6 % ränta</b>	
Poppel, PT1:1	253
Poppel, PT1:2	510
Hybridasp, HT2:1	389
Gran, G1:2	-557
Poppel, PB5:2	911
Hybridasp, HT4:1	258

Tabell 8.12 visar på några intressanta resultat. Ett av dem är betydelsen av vilken räntefot som väljs. Poppel, hybridasp och gran påverkas avsevärt mycket mer av valet av räntefot jämfört med *Salix*, spannmål och raps. Valet av ränta har stor betydelse för den absoluta lönsamheten, men har samtidigt måttlig betydelse för rangordningen mellan alternativen.

Vi kan också konstatera att skogsplantering på åkermark kan vara ekonomiskt konkurrenskraftigt med livsmedelsproduktion. Prisförhållandena och räntefot har dock stor betydelse för om skogs- eller livsmedelsproduktion är mest lönsam. Utifrån resultaten ovan (tabell 8.12) kan vi inte uttala oss med någon



större säkerhet om livsmedel eller skog är att föredra ekonomiskt. Vidare kan vi konstatera att poppel och hybridasp har förutsättningar att vara mer lönsamma grödor än gran. Skördenivåerna för både livsmedel och skog i ovanstående tabell grundar sig på skördenivåer i Götalands södra slättbygder, vilket innebär en relativt hög nivå. Vid lägre skördenivåer än de här antagna, är det fullt tänkbart att skogen skulle ha ökat i konkurrenskraft, relativt sett mot livsmedelsgrödorna. En delförklaring till detta är att spannmål och oljeväxter har en hög andel av kostnaderna kopplad till arealen och mindre till skördens storlek.

Tabell 8.12:

Exempel på lönsamhet i SEK per hektar och år med olika prisförhållanden.

Prisnivå	Låg	Låg-Mellan	Mellan-Hög	Hög
Bioenergi, SEK ton <sup>-1</sup> TS	700	900	1 100	1 300
Lövmassaved, SEK m <sup>3</sup> fub	250	350	450	550
Granmassaved, SEK m <sup>3</sup> fub	300	400	500	600
Sågtimmer löv, SEK m <sup>3</sup> fub	350	450	550	650
Sågtimmer barr, SEK m <sup>3</sup> fub	450	550	650	750
Spannmål, SEK ton <sup>-1</sup>	100	130	160	190
Rapsfrö, SEK ton <sup>-1</sup>	250	300	350	400
Lönsamhet vid ovanstående prisexempel				
<b>Livsmedelsgrödor</b>				
Korn	-2 759	-1 139	481	2 101
Fodervete	-1 461	909	3 279	5 649
Höstraps	641	2 441	4 241	6 041
<b>Energiskog som SRC</b>				
<i>Salix</i>	-682	805	2 291	3 778
<b>Skog på åker, 3 % ränta</b>				
Poppel, PT1:2	1 054	3 717	6 381	9 045
Hybridasp, HT2:1	927	2 878	4 829	6 780
Gran, G1:2	251	427	945	1 464
Poppel, PB5:2	404	1 290	2 175	3 061
Poppel, PB3:2	-671	583	1 838	3 092
Hybridasp, HT4:1	582	2 541	4 500	8 329
<b>Skog på skogsmark, 3 % ränta</b>				
Poppel, PT1:1	889	3 369	5 849	8 329
Poppel, PT1:2	1 143	3 807	6 470	9 134
Hybridasp, HT2:1	1 017	2 967	4 918	6 869
Gran, G1:2	416	592	1 111	1 629
Poppel, PB5:2	366	1 252	2 137	3 023
Hybridasp, HT4:1	249	2 208	4 167	6 126
<b>Skog på åker, 6 % ränta</b>				
Poppel, PT1:2	-13	2 048	4 110	6 171
Hybridasp, HT2:1	-9	1 446	2 900	4 354
Gran, G1:2	-746	-697	-492	-287
Poppel, PB5:2	497	1 529	2 561	3 593
Poppel, PB3:2	-1 064	45	1 153	2 262
Hybridasp, HT4:1	61	1 626	3 191	4 756
<b>Skog på skogsmark, 6 % ränta</b>				
Poppel, PT1:1	-186	1 732	3 651	5 569
Poppel, PT1:2	41	2 102	4 163	6 225
Hybridasp, HT2:1	45	1 499	2 953	4 408
Gran, G1:2	-553	-503	-298	-94
Poppel, PB5:2	-436	1 468	2 500	3 532
Hybridasp, HT4:1	-282	1 283	2 848	4 413

Vi kan också se i tabell 8.12 att framtida prisutvecklingar har mycket stor betydelse för lönsamheten i att odla livsmedel eller skog på åkermark. De prisrelationer som kommer att gälla mellan livsmedel, bioenergi, massaved och sågtimmer har stor betydelse för produktionsval, men är samtidigt mycket svåra att förutsäga.

Nedan (tabell 8.13) visas hur lönsamheten per hektar ändras av ändrade etableringskostnader, biomassapriser, massavedspriser samt timmerpriser. Om flera saker i nedanstående tabell ändras kan de olika lönsamhetsförändringarna adderas.

Tabell 8.13.

Förändring av lönsamheten per hektar och år per 1000 SEK i sänkt etableringskostnad, per 100 SEK per ton TS i ökat biomassapris, per 100 SEK per m<sup>3</sup>fub i höjt massavedspris samt per 100 SEK per m<sup>3</sup>fub i ökat timmerpris.

	Etablerings- kostnad per 1 000 SEK	Biomassa- pris per 100 SEK	Massaveds- pris per 100 SEK	Timmer- pris per 100 SEK
<b>Energiskog som SRC</b>				
<i>Salix</i>	78	743	0	0
<b>Skog på åker, 3 % ränta</b>				
Poppel, PT1:2	56	271	1 705	416
Hybridasp, HT2:1	56	183	1 211	372
Gran, G1:2	35	30	258	201
Poppel, PB5:2	56	442	0	0
Poppel, PB3:2	56	627	0	0
Hybridasp, HT4:1	56	447	778	227
<b>Skog på skogsmark, 3 % ränta</b>				
Poppel, PT1:1	56	232	1 566	450
Poppel, PT1:2	56	271	1 705	416
Hybridasp, HT2:1	56	183	1 211	372
Gran, G1:2	35	30	258	201
Poppel, PB5:2	56	442	0	0
Hybridasp, HT4:1	56	477	778	227
<b>Skog på åker, 6 % ränta</b>				
Poppel, PT1:2	74	212	1 360	276
Hybridasp, HT2:1	74	138	931	248
Gran, G1:2	59	17	108	64
Poppel, PB5:2	97	516	0	0
Poppel, PB3:2	74	554	0	0
Hybridasp, HT4:1	74	448	517	151
<b>Skog på skogsmark, 6 % ränta</b>				
Poppel, PT1:1	74	178	1 264	299
Poppel, PT1:2	74	213	1 360	277
Hybridasp, HT2:1	59	138	930	247
Gran, G1:2	97	16	107	64
Poppel, PB5:2	74	516	0	0
Hybridasp, HT4:1	74	448	517	151

Stängselkostnader ingår inte i beräkningarna. Stängselkostnadernas storlek beror bl.a. på fältform och fältstorlek. I tabell 8.13 finns känslighetsanalyser på vad ändrad etableringskostnad innebär. Siffrorna för ändrad etableringskostnad kan även användas för att se vad varje 1 000 SEK per hektar i ökad stängselkostnad innebär i årlig lönsamhet per hektar skog, för de olika alternativen.

Utfallet visar att massavedspriset har större betydelse än timmerpriset, vilket kan förklaras av två saker: dels utgör massaveden en större kvantitet och dels kommer delar av massavedsintäkten tidsmässigt före timmerintäkten.

### 8.6.6.3 Skog på åkermark i SOU 2007:36

I SOU utredningen SOU 2007:36 (Regeringskansliet, 2007), *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs* finns produktionskostnader per MWh för både traditionella jordbruksgrödor, energigrödor samt skog på åker. Ett bearbetat underlagsmaterial till denna SOU utredning finns i bilaga 2 i denna rapport. I underlagsmaterialet beräknades *Salix* ha den lägsta produktionskostnaden per MWh av de studerade grödorna och trädslagen. Vid en jämförelse mellan gran, hybridasp och poppel uppvisade poppel lägst produktionskostnad per MWh. En viktig förklaring till att poppelodling gav en relativt låg produktionskostnad per MWh är att det antogs att poppel planterades med sticklingar och inte med plantor. Av de tre trädslagen gran, hybridasp och poppel hade gran högst produktionskostnad per MWh. Traditionella livsmedelsgrödor som spannmål och oljevaxter uppvisade högre produktionskostnader per MWh än både *Salix* och de tre studerade trädslagen.

## 8.7 ENERGIBALANSER

Studier som gjorts visar att energibalansen i allmänhet är hög hos vedartade växter, typ *Salix* och poppel, och väl matchar andra jordbruksgrödor såsom vete och sockerbetor (Börjesson, 2006, 2007; Börjesson & Tufvesson, 2011). Studierna visar också att andra faktorer än grödan har stor betydelse. Utnyttjandet av restprodukter, samt hur det sker, får t.ex. stor betydelse för energibalansen. Beroende på om förnyelsebara energikällor används vid skörd och processer blir utbytet och miljönyttan också olika stor.

Börjesson (2006) har tidigare presenterat energibalanser för vete, gran och poppel och visat att ogödslad gran hade bäst energibalans (förhållandet mellan tillförd och uttagen energi) och vete visade sämst balans (tabell 8.14).

Tabell 8.14.

Energibalans för odling av vete, gran och poppel, uttryckt som energiinsats dividerat med energiskörd (%). Från Börjesson (2006).

Gröda	Energibalans (%)
Vete, kärna	14,0
Vete, kärna + halm	11,0
Gran, ogödslad	1,6
Gran, gödslad	4,9
Poppel	1,9

För att avgöra olika företeelsers och systems inverkan på miljö och klimat utförs ofta livscykelanalyser (LCA). En variant av denna är analyser av livscykelns påverkan på miljön, s.k. life cycle impact assessment (LCIA). Gasol m.fl. (2009) gjorde en LCIA för spanska förhållanden där man jämförde ett bioenergisystem med poppel med 5-åriga omdrev med ett bioenergisystem med *Brassica carinata* och med den fossila produkten naturgas. Resultaten visade, förutom att grödorna är förnyelsebara jämfört med naturgas, att poppelns energibalans (ut:in) var klart överlägsen med 46:1 jämfört med *Brassica* (8:1) och produktion och distribution av naturgas (5:1). Slutsatsen var att poppelodling är energi-

mässigt effektiv men att den kan förbättras genom att byta ut mineralgödselmedel mot andra produkter såsom avloppsvatten. Eftersom poppel är jämförelsevis vattenkrävande bör den inte odlas där vatten utgör en uppenbar bristvara.

Nedan följer energibalansberäkningar för de odlingssystem där en fördjupad ekonomisk analys genomfördes (se 8.6.6).

### 8.7.1 Generella antaganden

Alla energibalansberäkningar utgår från primärenergi, vilket inkluderar energiåtgången för framställning, omvandling och distribution av respektive energibärare. De olika moment som ingår i beräkningarna är:

- Markberedning
- Plantor och plantering
- Rövning (2:a generationen)
- Avverkning
- Skotning av virke
- Skotning av grot
- Flisning av biobränslefraktion

Energiinsatsen beräknas per  $\text{m}^3\text{fub}$  och uttrycks slutligen som  $\text{GJ ha}^{-1}\text{år}^{-1}$ . Energibalansen uttrycks dels som kvoten mellan energiskörd och insatt hjälpenenergi, dels som procent insatt hjälpenenergi av energiskörd.

Uttryckt som primärenergi antas 1 liter diesel motsvara 42,6 MJ, vilket blir 35,6 MJ exklusive framställning och distribution (Börjesson m fl., 2010). En fastkubikmeter poppel under bark ( $\text{m}^3\text{fub}$ ) antas motsvara 5,7  $\text{GJ m}^{-3}\text{fub}$ , d.v.s. 1,6  $\text{MWh m}^{-3}\text{fub}$  (Börjesson, 2007). En  $\text{m}^3\text{fub}$  motsvarar 1,18  $\text{m}^3\text{sk}$  och ett ton biomassa 1,95  $\text{m}^3\text{fub}$ . En kubikmeter flis stjälpt mått,  $\text{m}^3\text{s}$ , motsvarar 0,4  $\text{m}^3\text{fub}$ .

### 8.7.2 Inventeringsdata

#### *Markberedning*

Beräkningar av energiinsatser vid markberedning är bristfälliga och därför osäkra. En generell uppskattning är dock att denna uppgår till  $850 \text{ MJ ha}^{-1}$ , baserat på ett genomsnitt för svenskt skogsbruk (SCB, 2007). Detta motsvarar ungefär en markberedningskapacitet om ett hektar per timme och en bränsleförbrukning om 20 liter diesel per timme. Bränsleförbrukningen för en markberedare är normalt väsentligt högre än för en vanlig skotare. Vid plantering på åkermark antas markprepareringen ske med konventionella jordbruksmaskiner (t.ex. traktor med plog) och energiinsatsen är då något lägre än vid markberedning på skogsmark (Börjesson, 2006). Denna skillnad har dock obetydlig påverkan på slutresultaten varför samma energiinsats antas för både skogs- och åkermark.

#### *Plantor och plantering*

Den totala energiinsatsen för plantmaterial och plantering uppskattas till i genomsnitt  $5\,800 \text{ MJ ha}^{-1}$  för svenskt skogsbruk (SCB, 2007). Variationen är

dock stor mellan olika plantor beroende på deras storlek, vilken plantskola de kommer från osv. Den största energiinsatsen utgörs normalt av förbrukning för uppvärmning i växthus där plantorna drivs upp. Själva plantframställningen beräknas kräva en energiinsats om i genomsnitt 3 400 MJ ha<sup>-1</sup>. Resterande energiinsats utgörs av transport och distribution av plantor samt plantering. Den uppskattade totala energiinsatsen för plantmaterial och plantering ligger på samma nivå som tidigare uppskattningar avseende odling av gran och snabbväxande lövträd (Börjesson, 2007).

Ovanstående uppskattade energiinsats bygger på ett genomsnittligt förband av plantor, vilket normalt uppgår till ca 2 500 plantor ha<sup>-1</sup>. Vid tätare förband som t.ex. 5 000 respektive 10 000 plantor ha<sup>-1</sup> bör därför energiinsatsen för plantor och plantering öka, dock inte proportionellt då en viss andel av energiinsatsen är oberoende av antalet plantor. I denna analys antas ett fördubblat plantförband medföra 50 % ökad energiinsats.

Vid plantering finns många gånger ett behov av stängsel. Ur energisynpunkt har dock stängsling liten betydelse och kan anses ingå i det osäkerhetsintervall som gäller för den totala energiinsatsen för plantor och plantering. Därför görs här ingen explicit redovisning för stängsel.

### *Röjning*

Vid påföljande generationer med stubbskott och rotskott blir normalt stamantalet betydligt högre per hektar än vid initial plantering. Detta i sin tur kan leda till ett röjningsbehov. Vid manuell röjning uppskattas den genomsnittliga energiinsatsen för svenskt skogsbruk uppgå till ca 40 MJ ha<sup>-1</sup> (SCB, 2007). Ur energibalanssynpunkt har således röjning en marginell påverkan.

### *Avverkning*

Energiåtgången vid avverkning beräknas för det svenska skogsbruket uppgå till i genomsnitt 42 MJ m<sup>-3</sup>fub (SCB, 2007). Teknikutvecklingen har inneburit effektivare metoder och minskad bränsleförbrukning per producerad enhet. Beroende av maskintyp och avverkningssystem kan dock energiinsatsen skilja väsentligt. I föreliggande utredning baseras de ekonomiska beräkningarna på fyra olika maskinsystem där maskinernas storlek är anpassade till medelstam (se avsnitt 8.6.2 och 8.6.3 ovan).

I de följande energibalansberäkningarna görs nedanstående antaganden, baserat på indata från avsnitt 8.6.2 och 8.6.3 samt Karlsson och Sylvén (2006):

<i>Medelstam</i>	<i>Diameter</i>	<i>Energiinsats</i>
1) 0,01 – 0,04	< 10 cm	120 MJ m <sup>-3</sup> fub (2,8 l m <sup>-3</sup> fub)
2) 0,04 – 0,09	10,0 – 12,5	90 MJ m <sup>-3</sup> fub (2,2 l m <sup>-3</sup> fub)
3) 0,09 – 0,3	13,0 – 20,0	40 MJ m <sup>-3</sup> fub (1,0 l m <sup>-3</sup> fub)
4) 0,3 –	> 20 cm	30 MJ m <sup>-3</sup> fub (0,7 l m <sup>-3</sup> fub)

När det gäller avverkning av bestånd med liten medelstam (system 1) finns i dag ingen riktigt bra kommersiell teknik utan här baseras energiinsatsen på egen uppskattning. Som jämförelse har energiinsatsen vid skörd av *Salix* på åkermark (direktflisning) uppskattats till ca 2200 MJ ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>, vilket ungefär motsvarar 75 till 100 MJ m<sup>-3</sup>fub vid en biomasseskörd om 7–10 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (Börjesson, 2006).

### *Skotning*

Bränsleförbrukningen vid skotning av rundved är i genomsnitt ca 25 % lägre än vid avverkning (Brunberg, 2005). Enligt SCB (2007) är energiåtgången vid skotning i genomsnitt 31 MJ m<sup>-3</sup>fub. Totalt innebär detta i genomsnitt ca 73 MJ m<sup>-3</sup>fub för både avverkning och skotning i svenskt skogsbruk. Detta ligger väl i linje med tidigare beräkningar av Börjesson (2007) där energiinsatsen för avverkning och skotning uppskattades till 70 MJ m<sup>-3</sup>fub för poppel respektive 78 MJ m<sup>-3</sup>fub för gran.

Enligt Karlsson och Sylvén (2006) uppskattas en stor skotare förbruka i genomsnitt ca 23 MJ m<sup>-3</sup>fub (0,55 l m<sup>-3</sup>fub) och en mellanstor skotare 28 MJ (0,65 l m<sup>-3</sup>fub) med dagens genomsnittliga skotningsavstånd. Här antas att en stor skotare används vid en medelstam över 0,3 (> 20 cm i diameter) och en mellanstor skotare vid en medelstam under 0,3 (< 20 cm). Skotningsavståndet antas vara detsamma.

### *Skotning av Grot*

Energiåtgången vid skotning av grot beräknas för det svenska skogsbruket uppgå till i genomsnitt 3 000 MJ ha<sup>-1</sup> (SCB, 2007). Här antas att uttaget av flis per hektar uppgår till i genomsnitt 170 m<sup>3</sup>s, vilket ungefär motsvarar 70 m<sup>3</sup>fub. Energiåtgången för skotning av grot blir då ca 43 MJ m<sup>-3</sup>fub (ca 18 MJ m<sup>-3</sup>s), d.v.s. ca 70 % högre jämfört med skotning av rundvirke.

### *Flisning av biobränslefraktionen*

Enligt SCB (2007) beräknas energiåtgången vid flisning av grot uppgå till i genomsnitt 1 900 MJ ha<sup>-1</sup> i det svenska skogsbruket. Med den här antagna grotskörden om i genomsnitt 170 m<sup>3</sup>s ha<sup>-1</sup> motsvarar denna energiinsats ungefär 27 MJ m<sup>-3</sup>fub. Som jämförelse har Börjesson (2007) i en tidigare studie uppskattat energiinsatsen vid flisning av grot från poppel till ca 26 MJ m<sup>-3</sup>fub respektive av grot från gran till 16 MJ m<sup>-3</sup>fub. Den totala energiinsatsen vid skotning och flisning av grot beräknas här till i genomsnitt 70 MJ m<sup>-3</sup>fub.

## **8.7.3 Beräkningsresultat**

De följande beräkningarna baseras på några av de olika system för odling av poppel och hybridasp som presenteras i föreliggande utredning. Dessa exempel innefattar (i) enbart biomassaproduktion, (ii) massaveds- och biomassaproduktion samt (iii) massaveds-, timmer- och biomassaproduktion. Dessutom inkluderas exempel för andra generationen av poppel och hybridasp baserat på stubbskott och rotskott, d.v.s. där markberedning och plantering inte är aktuellt. Vid skörd av enbart biomassa antas helträdsskörd och skotning med ”vanlig” skotare. Vid skörd av kombinerade sortiment antas grot skotas separat med anpassad skotare (se 8.6.2). När energiinsats för flisning inkluderas gäller denna enbart biobränslefraktionen, d.v.s. ingen vidare bearbetning av massaved och timmer ingår.

Som referens beskrivs också energibalanser för gran respektive spannmålsodling. Energibalansberäkningar för granodling baseras på samma beräkningsunderlag som för poppel och hybridasp medan energibalansen för spannmål baseras på en tidigare studie av Börjesson (2007). Stor vikt har lagts vid att välja jämförbara odlingsområden för spannmål och poppel-/hybridaspodling så att rättvisa jämförelser fås avseende skördenivåer m.m.

I tabell 8.15 redovisas energiskörd, energiinsats samt energibalans för olika odlingssystemen av poppel och hybridasp, samt för gran och spannmål som referens. En slutsats är att energibalansen för poppel och hybridasp är mycket bra då man får ut mellan 30 till 100 gånger mer energi i form av biomassa än den insats av hjälpen energi som krävs. Hjälpen energins storlek, uttryckt som procent av energiskörden, varierar mellan 1 och drygt 3 %. Energibalansen ökar med ökad omloppstid, d.v.s. en omloppstid på 25 år ger både högre biomasseskörd och energibalans per hektar och år än en omloppstid på 15 år. Energibalansen för gran ligger mellan 80 och 90, men biomasseskörd per hektar och år är mindre än hälften jämfört med poppel och hybridasp med omloppstiden 25 år. Energibalansen för spannmål är betydligt lägre, i spannet 7–11, men om både kärna och halm skördas blir biomasseskörd ungefär lika stor som för poppel och hybridasp med 25 års omloppstid.

Tabell 8.15.

Energibalans för olika odlingssystem av poppel och hybridasp. Som referens anges också energibalans för gran och spannmål. Värden inom parantes avser energibalans exklusive flisning av biobränslefraktion.

Odlings-system	Plantor (st/ha)	Oml.- tid (år)	Energiskörd (GJ/ha,år)			Energi- insats Totalt (GJ/ha, år)	Energibalans	
			Bio- bränsle	Massa- ved & timmer	Totalt		Kvot (Skörd/ insats)	% (Insats/ skörd)
<b>Poppel</b>								
PB3:2	2 500	15	126	0	126	4,0 (3,1)	32 (41)	3,2 (2,4)
PT1:1	2 500	25	33	147	180	2,3 (2,1)	79 (85)	1,3 (1,2)
PT1:2	2 500	25	38	154	192	2,3 (2,2)	82 (89)	1,2 (1,1)
2:a gen. PB5:2	1 600	15	89	0	89	2,1 (1,6)	43 (55)	2,3 (1,8)
<b>Hybridasp</b>								
HT2:1	1 100	25	27	119	146	1,6 (1,5)	90 (97)	1,1 (1,0)
2:a gen. HT4:1	50 000	25	63	83	146	2,2 (1,9)	67 (76)	1,5 (1,3)
<b>Gran</b>								
G1:2	3 000	58	6	63	69	0,80 (0,78)	86 (89)	1,2 (1,1)
<b>Spannmål</b>								
Vete - kärna		1			118	15	7,7	13
Vete – kärna & halm		1			184	17	11	9,0
Havre – kärna		1			94	13	7,1	14
Havre – kärna & halm		1			158	16	10	10

I tabell 8.16 redovisas energiinsatsen mer i detalj för poppel och hybridasp. Som framgår av tabellen sker den största energiinsatsen vid avverkning, då ca 40–55 % av den totala energiinsatsen sker. Därefter kommer skotning av virke, ca 20–30 %. När all biomassa flisas utgör denna energiinsats ca 20–25 % av den totala och energiinsatsen för skotning av grot varierar mellan 6 och 12 %. Markberedning, plantor och plantering utgör en energiinsats om drygt 10 %, vilket faller bort vid 2:a generationens omdrev.

Tabell 8.16.

Uppdelning av energiinsatser för olika odlingssystem av poppel och hybridasp (GJ ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>). Värden inom parantes avser andel (%) av total energiinsats.

Odlings-system	Mark- bearbetn. & plant.	Avverkning	Skotning - virke	Skotning - grot	Flisning – biobränsle	Totalt
<b>Poppel</b>						
PB3:2	0,44 (11)	1,59 (40)	0,78 (20)	0,26 (6)	0,91 (23)	3,98 (100)
PT1:1	0,27 (12)	0,95 (42)	0,64 (28)	0,25 (11)	0,16 (7)	2,27 (100)
PT1:2	0,27 (12)	0,92 (39)	0,68 (29)	0,29 (12)	0,18 (8)	2,33 (100)
2:a gen. PB5:2	0 (0)	1,15 (56)	0,36 (18)	0,12 (6)	0,42 (20)	2,05 (100)
<b>Hybridasp</b>						
HT2:1	0,19 (12)	0,63 (39)	0,48 (29)	0,20 (12)	0,13 (8)	1,63 (100)
2:a gen. HT4:1	0 (0)	1,22 (55)	0,52 (24)	0,20 (9)	0,27 (12)	2,19 (100)

### 8.7.4 Slutsatser

- Ur energi- och arealeffektivitetssynpunkt är odling av poppel och hybridasp de effektivaste ”energigrödorna” vi har att tillgå i dag.
- I jämförelse med gran är energibalansen i samma storleksordning men biomasseskörden per hektar och år är betydligt högre för poppel och hybridasp.
- I jämförelse med spannmål inklusive halm är biomasseskörden per hektar och år i samma storleksordning men energibalansen betydligt högre för poppel och hybridasp.
- Såväl energibalans som biomasseskörd per hektar och år är betydligt högre för poppel- och hybridaspbestånd med en omloppstid om 25 år jämfört med 15 år.

## 9 Miljö och opinion

### 9.1 FÖRVÄNTADE EFFEKTER AV EN ÖKAD AREAL POPPEL- OCH HYBRIDASPODLINGAR PÅ ÅKERMARK OCH SKOGSMARK MED HÄNSYN TILL FLORA, FAUNA, MARK OCH VATTEN

#### 9.1.1 Introduktion

Poppel och hybridasp (korsningen mellan europeisk och amerikansk asp) är ett alternativ till *Salix* för odling av energigrödor. Dessa arter har liksom *Salix* en hög tillväxt, men är dessutom mer trädformade, vilket möjliggör alternativa användningsområden. I dag finns poppel och hybridasp på drygt 2 000 hektar i Sverige. En ökad areal poppelodlingar på skogs- och jordbruksmark kan ha både positiva och negativa effekter på miljö och landskap. Det beror mycket på var och hur odlingarna anläggs och sköts. Exempelvis har undersökningar av den floristiska mångfalden i intensivodlade trädplanteringar gett motsägelsefulla resultat beroende på vilken miljö man använder som referens – skog eller åkermark. Det finns i dag kunskap om effekter av *Salix*-odlingar på miljö och landskap under svenska förhållanden (t.ex. Weih, 2006), men det är osäkert i



vilken utsträckning denna kunskap kan tillämpas direkt för poppelodlingar eller i vilken grad den behöver anpassas till ett delvis annorlunda odlingssystem jämfört med *Salix*. Även rapporten från MINT-projektet (Larsson m.fl., 2009) kan ge några ledtrådar när det gäller intensivodling av hybridasp på nedlagd jordbruksmark. Syftet med denna litteraturstudie är att ge en överblick över förväntade effekter av odlingar av poppel och hybridasp på den floristiska och faunistiska mångfalden samt på mark och vatten.

### 9.1.2 Floristisk mångfald

Under de senaste åren har en rad översiktsartiklar och rapporter publicerats som belyser effekterna av odlingar av poppel och *Salix* på kärlväxtfloran (Weih m.fl., 2003; Augustson m.fl., 2006; DTI, 2006; Britt m.fl., 2007; Weih, 2008; Fry & Slater, 2009; Baum m.fl., 2009a). Kunskapsläget kan sammanfattas enligt följande: Många faktorer påverkar vegetationen i en odling av poppel eller *Salix*. Exempelvis spelar ljusklimatet och trädens ålder en viktig roll för artsammansättning och artantal. Ju äldre odlingen är och ju tätare träden är planterade, desto mer skuggas undervegetationen, vilket leder till en förskjutning från annuella till fleråriga och från ljuskrävande till skuggtoleranta arter. Med hänsyn till de längre omdreven och oftast större planteringsavstånd hos intensivodlingar av *Populus* jämfört med *Salix* kan odlingar av poppel och hybridasp således vara fördelaktiga ur biodiversitetssynvinkel, då poppeln har omloppstider på över 10 år i Sverige (Karačić m.fl., 2003). Generellt är artspektrumet i intensivodlade bestånd av *Populus* eller *Salix* ganska ”trivialt”, d.v.s. få sällsynta eller rödlistade arter förekommer. Men markanvändningens historia och den befintliga vegetationen i det omgivande landskapet har stort inflytande på artsammansättningen. Ju mer varierande det omgivande landskapet är, desto fler arter kan etablera sig i odlingen. Mindre odlingar med längre kantzoner underlättar arters invandring från omgivningen. Småskaligt strukturerade odlingar ökar den biologiska mångfalden. Dessa riktlinjer gäller på samma sätt för odlingar av poppel och *Salix*.

När man jämför odlingar av poppel och *Salix* med annan markanvändning, är mångfalden på beståndsnivå ofta högre jämfört med exempelvis spannmålsgrödor eller granskogsplanteringar, men lägre än i gamla löv- och blandskogar. Undersökningar på *Salix* och poppel tyder på att artantalet i intensivodlingar av snabbväxande träd är lika eller något högre jämfört med perenna vallgrödor (DTI, 2006; Britt m.fl., 2007). En nackdel med intensivodlad *Populus* och *Salix* är att anläggning av dessa bestånd kräver kemisk eller mekanisk markbehandling, vilket påverkar artrikedomen negativt. Markbehandlingen vid etablering förväntas således bidra till minskad artrikedom jämfört med konventionell skog, men ökad mångfald jämfört med konventionellt jordbruk, där kemisk och mekanisk markbehandling krävs i betydligt större omfattning.

Odlingar av snabbväxande lövträd på åkermark kan således öka den floristiska mångfalden i ett landskapsperspektiv, om de ersätter exempelvis spannmålsgrödor eller granskogsplanteringar på åkermark i homogena jordbrukslandskap. Däremot förväntas en negativ effekt på mångfalden, när stora och fyrkantiga odlingar planteras i landskap som domineras av konventionell skog eller i småskaligt strukturerat och heterogent jordbrukslandskap.

### 9.1.3 Djurliv

Effekterna av odlingar av snabbväxande poppel och *Salix* på djurlivet har hittills bara studerats i liten omfattning jämfört med kärnväxtfloran. Följande sammanfattning av kunskapsläget baseras huvudsakligen på en nyligen publicerad översiktsartikel om effekterna av odlingar av poppel och *Salix* på den faunistiska mångfalden (Schulz m.fl., 2009). De flesta undersökningar av djurlivet fokuserar på fåglar och marklevande skalbaggar. På samma sätt som för kärnväxtfloran påverkas djurartrikedomen av en mängd olika miljöfaktorer. Dessa inkluderar det omgivande landskapet, samt odlingens form (ex. tillgång på kantzoner) och storlek. Mångfalden av fåglar är högre i odlingar av snabbväxande träd jämfört med konventionell jordbruksmark, men lägre än på skogsmark. Dessutom bedöms antalet sällsynta eller naturvårdsintressanta fågelarter vara relativt lågt i odlingar av *Salix* och poppel. Mångfalden av skalbaggar är oftast större på konventionell jordbruksmark än i odlingar av snabbväxande träd, men det finns också rapporter på motsatsen (Berthelot m.fl., 2005). Generellt gäller även för undersökta fåglar och skalbaggar, och i synnerhet med hänsyn till skogslevande arter att, i likhet med kärnväxtfloran, arttrikedomen ökar med stigande ålder på odlingen. Ur denna synvinkel tycks därför odlingar av poppel vara mer fördelaktiga jämfört med *Salix* även med hänsyn till djurlivet. Däremot tyder direkta jämförelser av djurarttrikedomen i odlingar av poppel och *Salix* på minskad mångfald i poppelodlingar jämfört med *Salix* för många olika djurgrupper (Sage m.fl., 2006; Groß & Schulz, 2008).

Ökad odling av poppel skulle sannolikt (och i likhet med *Salix*) leda till ökad faunistisk mångfald i landskapstyper dominerade av konventionella jordbruksgrödor, men det gäller inte alla djurgrupper. Jämfört med skogliga ekosystem skulle arttrikedomen antagligen minska. Vi saknar dock kunskap om effekter av poppelodlingar på djurlivet särskilt när det gäller andra djurgrupper än fåglar och skalbaggar.

### 9.1.4 Mark och vatten

Ändrad markanvändning genom plantering av poppel på skogs- eller jordbruksmark påverkar en rad processer i mark och vatten, exempelvis kollagring, markkemi och markökologi (markfauna, bakterier och svampar) samt grundvatten (kvalitet och hydrologi). Även om det finns stor osäkerhet kring markprocesser i odlingar av snabbväxande träd och hur dessa påverkas av olika miljöfaktorer, finns några trender rapporterade (Baum m.fl., 2009b). Undersökningar tyder på att den långsiktiga kollagringen är större under odlingar av poppel och *Salix* jämfört med konventionella jordbruksgrödor, men mindre jämfört med gammal skog (Bowman & Turnbull, 1997; Garten, 2002; Baum m.fl., 2009b). Kolinlagringen påverkas av många olika faktorer, exempelvis den ursprungliga markkolhalten och andra markegenskaper (Grogan & Matthews, 2002; Kahle m.fl., 2007). När det gäller jämförelsen mellan poppel och *Salix* kan det konstateras att de generellt längre omloppstiderna för poppelodling bör gynna ökad kollagring i marken.

Jämfört med konventionella jordbruksgrödor medför odling av snabbväxande träd en rad ändringar i markkemin, men omfattning och riktning av dessa ändringar påverkas starkt av initialförhållanden och miljöfaktorer (Kahle m.fl., 2005). Exempelvis förväntas mullhalten och kol-kväve kvoten öka under odlingar av snabbväxande träd jämfört med jordbruksgrödor (Guo & Gifford, 2002), medan pH-nivån och markens förråd på baskatjoner kan minska (Jug

m.fl., 1999). Mark- och ytvattenförsurning, samt i vissa fall minskat förråd av baskatjoner, kan vara negativa för markens långsiktiga produktionsförmåga, medan den ökade mullhalten är positiv. Hybridasp och poppel påverkar dock markens pH-värde i positiv riktning vid en jämförelse med gran (Frank, 1994). Vid behovsanpassad gödsling (BAG, Larsson m.fl., 2009), som bör tillämpas i intensivodlade bestånd av *Populus*, anses risken för näringsläckage i grundvatten som liten även vid höga gödselgivor, då förmågan till näringskonsumtion är stor i dessa snabbväxande träd och då näringsomsättningen i mark-växt systemet sker utan större förluster (Bergström & Johansson, 1992; Aronsson m.fl., 2000; Meiresonne m.fl., 2007). Den stora förmågan till näringsupptag gör också att odlingar av poppel och *Salix* lämpar sig väl som vegetationsfilter (Aronsson, 2000; Aronsson & Perttu, 2001). Ökat näringsläckage kan förekomma i samband med extrema givor i lakvatten vid tillämpning av vegetationsfilter (Aronsson m.fl., 2010), eller ibland i samband med nyetablering av odlingar av snabbväxande träd (Jug m.fl., 1999). I rådande kunskapsläge är det svårt att se stora skillnader mellan odlingar av poppel och *Salix* när det gäller näringsomsättning och markkemi, möjligen är näringsomsättningen mer effektiv i poppelodlingar, som därmed kan vara i mindre behov av näringstillförsel (ex. mineralgödsel) jämfört med *Salix* även vid intensivodling (Telenius, 1999).

Markfaunan påverkas i hög grad av trädart och växtsammansättning i undervegetationen; ändras växtligheten så ändras förutsättningarna för mark-organismerna. Exempelvis har stora skillnader i markfaunans sammansättning mellan odlingar av *Salix* och poppel rapporterats (Makeschin, 1994). Det är dock oklart om mångfalden (d.v.s. artantal) av markorganismer skiljer sig mellan odlingar av poppel och *Salix*. Generellt påverkas markorganismerna och det mikrobiella marklivet mest positivt av en mindre intensiv jordbearbetning i poppelodlingar jämfört med konventionell jordbruksmark (Baum m.fl., 2009b).

Snabbväxande poppel och *Salix* är perenna och har ofta stora bladtytor, vilka avger stora mängder vatten (Persson, 1995). Därför är (grund-)vattenkonsumtionen i odlingar av poppel och *Salix* i allmänhet högre än hos annuella jordbruksgrödor, även om stora variationer kan förekomma beroende på trädart, sortval, odlingens ålder och lokala temperatur-, nederbörds- och markförhållanden (Dimitriou m.fl., 2009). Däremot leder minskat läckage av näringsämnen i odlingar av perenna snabbväxande träd till bättre grundvattenkvalitet jämfört med annuella jordbruksgrödor. Odlingar av snabbväxande träd kan alltså ha potentiella effekter på grundvattennivå och den regionala hydrologin. Även om det i dag inte finns några bevis för att poppelodlingar påtagligt påverkar flodområden, måste potentiella effekter tas i beaktande i samband med den regionala markanvändningsplaneringen (Busch, 2009).

### 9.1.5 Slutsatser

Syftet med litteraturgenomgången är att ge ett underlag för bedömning av de förväntade effekterna av en ökad areal kommersiella poppel- och hybridasp-odlingar i Sverige på den biologiska mångfalden (flora och fauna) i odlingslandskapet, och på mark och vatten. Avgörande för denna bedömning är frågan vilka vegetationstyper den ökade arealen poppelodlingar ska ersätta. Det potentiella utbredningsområdet för planteringar av poppel och hybridasp varierar mycket inom Sverige, exempelvis slättlandskap i sydligaste Sverige,

slätter vid Mälaren, Östergötland och Västergötland, eller skogs- och mellan-bygd i inre Götaland och delar av Svealand. Typen av landskap avgör om exempelvis den biologiska mångfalden ökar eller minskar vid odling av poppel eller hybridasp. Generellt gäller att om poppelodlingar ersätter barrskog, förväntas positiva effekter på den biologiska mångfalden (flora och fauna) på landskapsnivå, medan effekterna på mark och vatten troligen blir mer neutrala. De senare är svårbedömda vid rådande kunskapsläge. Om poppelodlingar ersätter lövskog, kan effekterna på den biologiska mångfalden bli negativa, medan mark och vatten antagligen inte skulle påverkas i någon större utsträckning. Om poppelodlingar ersätter intensivodlad *Salix* på jordbruksmark, kan den biologiska mångfalden öka främst beroende på längre omloppstider och större planteringsavstånd hos poppeln, men några utländska studier rapporterar större biologisk mångfald i odlingar av *Salix* jämfört med poppel.

Studier av kärlväxtfloran i Sverige tyder på ungefär samma floristiska mångfald i unga odlingar av poppel och *Salix*. De längre omloppstiderna hos poppelodlingar (som tillåter andra sortiment än biomassa för energiändamål, t.ex. massaved och sågvirke) jämfört med *Salix* förväntas gynna långsiktig kollagring i marken, medan inga stora effekter förväntas på övriga markegenskaper och hydrologi. Om poppelodlingar ersätter konventionella jordbruksgrödor förväntas neutrala (när det gäller ex. vall) eller positiva (ex. spannmål) effekter på den biologiska mångfalden, mindre näringsutlakning ur marken men delvis negativa effekter på hydrologin, d.v.s. högre vattenkonsumtion med större påfrestningar på grundvattnet. Med hänsyn till markkemi och den långsiktiga produktionsförmågan bedöms effekterna variera: ökad mullhalt och kol-kväve kvot gynnar den långsiktiga produktionsförmågan, medan försurning och minskat förråd av baskatjoner missgynnar den jämfört med konventionell jordbruksmark.

Vid en jämförelse med gran är effekterna på markkemin mestadels positiva. Generellt gäller att mindre (< ca 10 ha) poppelodlingar som tillåts bli gamla (> ca 15 år) skulle gynna den biologiska mångfalden och även vara fördelaktiga för långsiktig kolinlagring i marken. I likhet med andra intensivodlade grödor är det inte sannolikt att intensivodlade bestånd av poppel och hybridasp skulle bli viktiga livsmiljöer för sällsynta eller hotade arter (både växter och djur), det är oftast "triviala" arter som förekommer i dessa bestånd. Ändå bedöms en mosaik av odlingar med olika trädslag (hybridasp, poppel, *Salix* eller andra lövträd) samt utformning och skötselmetoder (ex. planteringsavstånd, omloppstid) ha stor potential att höja många naturmiljövärden i ett landskapsperspektiv, särskilt i homogena jordbrukslandskap. Man bör se till att bestånden inte planteras i eller för nära skyddsvärda naturmiljöer. Exempelvis innebär Skogsstyrelsens författningsföreslag för främmande trädslag att poppel och hybridasp inte får planteras närmare nationalparker och naturreservat än 1 km (Skogsstyrelsen, 2009b).

Slutligen finns det många möjligheter för åtgärder som gynnar biologisk mångfald och naturmiljö i odlingar av snabbväxande träd (t.ex. Weih, 2008), och dessa möjligheter bör utnyttjas vid en eventuell ökad plantering av poppel och hybridasp i Sverige.

## 9.2 EFFEKT AV POPPEL- OCH HYBRIDASPODLING PÅ MILJÖKVALITETSMÅLEN

### 9.2.1 Introduktion

Detta avsnitt avser att sammanfatta miljöeffekter av en utökad areal med poppel och hybridasp i Sverige utifrån de nationella miljö kvalitetsmålen. På liknande sätt som gäller för odlingar av *Salix* kan en ökad areal med odlingar av poppel och hybridasp på åker- och skogsmark vara såväl positiv som negativ med tanke på de olika miljö kvalitetsmålen (ex. *Ett rikt odlingslandskap*, *Ett rikt växt- och djurliv*, *Giffri miljö*, *Begränsad klimatpåverkan*, *Ingen övergödning*). Det beror på hur och var odlingen bedrivs (Naturvårdsverket, 2003; Weih, 2006, Jordbruksverket, 2009). Exempelvis kan odlingarna på olika sätt bidra till att uppnå flera av miljö kvalitetsmålen, såsom *Begränsad klimatpåverkan*, *Giffri miljö*, *Ingen övergödning*, *Grundvatten av god kvalitet*, *Ett rikt odlingslandskap*, *Ett rikt växt- och djurliv* och *God bebyggd miljö* (Miljömålsrådet, 2010). Ett problem är dock att åtgärder inom dessa miljö mål riskerar att krocka med varandra (Naturvårdsverket, 1999; Weih, 2006). I en nyligen publicerad rapport ”Jordbruk, bioenergi och miljö” har sju olika scenarier analyserats för hur jordbruket kan se ut år 2020 under olika antaganden om bioenergisatsningar (Jordbruksverket, 2009). I tre av dessa scenarier ingår en ökad areal av odlingar med *Salix* jämfört med dagens situation: en ökning med drygt 100 000 ha utmed kusten i Södra Sverige antas i scenariot ”Miljö 2020”, och en ökning med 400 000 ha i mellersta Sverige och vid stora städer antas i scenarierna ”Förnybar 2020” och ”Kombination 2020” (Jordbruksverket, 2009). I Jordbruksverkets rapport har scenarierna använts för att analysera miljö påverkan med hänsyn till växthusgaser, växtnäringssläckage, växtskyddsmedel samt biologisk mångfald. I denna rapport använder vi resultaten från Jordbruksverkets analys med antagandet att en ökad areal med poppel och hybridasp skulle ha liknande effekter på miljön som en ökad areal med *Salix*. Syftet med denna rapport är att bedöma effekten av en ökad areal med odlingar av poppel och hybridasp på de olika miljö kvalitetsmålen, och de kvalitativa konsekvenserna som den ökade odlingsarealen kan få för arbetet med miljö kvalitetsmålen. Även motsatsförhållanden mellan olika miljö kvalitetsmål och hur de kan påverkas av en ökad areal med odlingar av poppel och hybridasp belyses.

### 9.2.2 Effekter av en ökad areal med poppel och hybridasp på relevanta miljö mål

#### *Begränsad klimatpåverkan*

Utsläpp av växthusgaser och därmed klimatpåverkan beror mycket på hur grödan eller skogen odlas och används samt vilken markanvändning den ersätter. Generellt bör man komma ihåg att beräkningar av utsläpp av växthusgaser från skogs- och jordbruket är förknippade med stor osäkerhet. Exempelvis varierar skogens förmåga att fungera som kolsänka starkt med ålder, skötsel och klimatförhållanden, och i vissa fall har det visat sig att skog även kan bidra till ökade koldioxidutsläpp (t.ex. Lindroth m.fl., 2008, 2009). Medan skogen i sin helhet anses vara en sänka för växthusgaser, är jordbruket den största källan till utsläpp av växthusgaser (Jordbruksverket, 2008). I rapporten ”Jordbruk, bioenergi och miljö” (Jordbruksverket, 2009) antas att värme från energiskog i stället för från fossila bränslen minskar koldioxidutsläppen (CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) med 12 ton per hektar, i vilket ingår kolbalansen i marken och emissionerna från odlarens användning av primärenergi.



Motsvarande siffror för konventionella jordbruksgrödor som odlas för energiändamål (ex. etanol från vete eller biogas från vall) ligger under 6 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Jordbruksverket, 2009). En ökning med över 100 000 hektar odling av snabbväxande träd på åkermark (scenario "Miljö 2020", Jordbruksverket, 2009) skulle enligt rapporten innebära en reduktion av växthusgasemissioner med ca 180 000 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, medan en ökning med 400 000 hektar odling av poppel, hybridasp och *Salix* skulle innebära en minskning av växthusgasemissioner med över 600 000 ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (scenario "Förnybar 2020", Jordbruksverket 2009) jämfört med referensscenariot "Jordbruk 2020" där ingen förändring antas jämfört med dagens situation. Om odlingar av poppel och hybridasp ersätter konventionella grödor på åkermark (t.ex. spannmål eller vall), skulle dessa med stor sannolikhet bidra till starkt minskade växthusgasemissioner och därmed ha en mycket positiv effekt på miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*. Odlingar av *Salix* har rapporterats binda minst fem gånger så mycket koldioxid som granskog odlad i Mellansverige (Grelle m.fl., 2007). Därmed förväntas övervägande en minskning av växthusgasemissioner och en positiv effekt på miljö kvalitetsmålet *Begränsad miljöpåverkan* även om odling av poppel och hybridasp ersätter konventionell skog, exempelvis granskog.

### *Giftfri miljö*

Odling av poppel och hybridasp har ett lågt behov av växtskyddsinsatser jämfört med konventionella jordbruksgrödor. Insatser behövs främst vid odlingarnas etablering (ogräsbehandling). Därför kan satsningar på poppel och hybridasp innebära minskad användning av växtskyddsmedel och därmed positiva effekter för miljö kvalitetsmålet *Giftfri miljö*, särskilt om dessa odlingar ersätter bestånd av intensivt odlade konventionella jordbruksgrödor såsom spannmål, oljeväxter eller potatis. Exempelvis är minskad användning av växtskyddsmedel i odlingar av *Salix* en av de främsta orsakerna till den positiva miljöpåverkan i Jordbruksverkets analys för scenariot "Miljö 2020" (Jordbruksverket, 2009). Om poppel och hybridasp odlas i stället för konventionell skog, förväntas inga större positiva eller negativa effekter på miljö kvalitetsmålet *Giftfri miljö*, förutom att etablering förknippad med ogräsbehandling sker oftare i intensivt odlade bestånd av poppel och hybridasp jämfört med konventionell skog.

### *Grundvatten av god kvalitet*

Detta miljö kvalitetsmål är relevant främst i samband med växtnäringsläckage (kväve och fosfor) till grundvatten. Fleråriga grödor såsom poppel och hybridasp odlade på jordbruksmark minskar läckaget av kväve och fosfor om de ersätter konventionella jordbruksgrödor såsom spannmål, oljeväxter, sockerbetar eller potatis. Minskningen av växtnäringsläckage beror dels på att jorden inte plöjs eller bearbetas så ofta och dels på ett lägre krav på kvävegödsling för dessa grödor. I Jordbruksverkets analys minskar grundvattenbelastningen med framför allt kväve betydligt med en ökad areal med *Salix*, som i detta fall mest ersätter spannmålsodling (scenario "Miljö 2020", Jordbruksverket, 2009). En ökad areal med poppel och hybridasp som ersätter konventionella jordbruksgrödor förväntas därför innebära övervägande positiva effekter på miljö kvalitetsmålet *Grundvatten av god kvalitet*. Om intensivodlad poppel och hybridasp ersätter konventionella skogsodlingar, förväntas ökat läckage till

vattendrag, sjöar och hav, även om belastningen från denna typ av skogsbruk anses mycket lägre än belastningen från jordbruket (Larsson m.fl., 2009). Därför förväntas möjligen en negativ effekt på miljömålet *Grundvatten av god kvalitet* om intensivodlingar av poppel och hybridasp ersätter konventionell skog. Fleråriga studier av kväveläckage till grundvatten under intensivodlade bestånd av *Salix* har dock visat att mycket små mängder av kväve återfinns i grundvatten (Aronsson m.fl., 2000), och dessutom kan växtnäringsläckaget minskas om odlingarna gödslas efter trädens behov på mineralnäring (behovsanpassad gödsling, BAG, Larsson m.fl., 2009).

#### *Ett rikt odlingslandskap och Ett rikt växt och djurliv*

I samband med miljö kvalitetsmålet *Ett rikt odlingslandskap* nämns målsättningen att odlingslandskapet ska vara öppet och variationsrikt (Miljömålsrådet, 2010). Därmed bör den biologiska mångfalden inte bara bedömas på beståndsnivå, utan även på landskapsnivå. Som Jordbruksverket påpekar i sin rapport om jordbruk, bioenergi och miljö, kommer odling av snabbväxande träd på åkermark att påverka den biologiska mångfalden, men vilka effekterna blir beror på var i Sverige odlingen sker och hur odlingen bedrivs (Jordbruksverket, 2009). Odling av poppel och hybridasp har, jämfört med konventionella jordbruksgrödor såsom spannmål, lågt behov av insatsmedel och långa omloppstider, vilket är positivt för mångfalden (Nilsson, 2009). Om odlingar av poppel och hybridasp ersätter odlingar av konventionella jordbruksgrödor såsom spannmål, oljeväxter eller potatis i ett homogent jordbrukslandskap, förväntas därför positiva effekter för miljö kvalitetsmålen *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt och djurliv*. Om poppel och hybridasp odlas på marker som tidigare haft långliggande trädor kan effekten på den biologiska mångfalden bli negativ, då användning av gödsel, växtskyddsmedel och jordbearbetning ökar jämfört med den tidigare markanvändningen. Likaså förväntas negativa effekter på den biologiska mångfalden (t.ex. minskat antal hotade arter) om intensivodlade bestånd av poppel och hybridasp ersätter gamla löv- och blandskogar (Larsson m.fl., 2009).

Därmed förväntas negativa effekter för miljö kvalitetsmålen *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt och djurliv*, när stora och fyrkantiga odlingar av poppel och hybridasp planteras i landskap som domineras av konventionell skog (ex. gammal löv- och blandskog), långliggande trädor eller i småskaligt strukturerat och heterogent jordbrukslandskap. Således är en generell bedömning av effekterna som en ökad areal med poppel och hybridasp skulle medföra för miljö kvalitetsmålen *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt- och djurliv* inte möjligt, effekterna beror mycket på vilken markanvändning odlingarna ersätter och hur det omgivande landskapet är strukturerat. Ett uttalat mål är att bevara det öppna odlingslandskapet (Miljömålsrådet, 2010), vilket motverkas av stora odlingar av poppel och hybridasp särskilt om de placeras felaktigt. För att maximera de positiva effekterna för miljö kvalitetsmålen *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt och djurliv* kan det därför bli nödvändigt att styra var i landskapet odlingar av poppel och hybridasp ska placeras och hur de utformas (Weih, 2008).

### *God bebyggd miljö*

Detta miljö kvalitetsmål omfattar bland annat värdefulla kulturmiljöer där bevarande av det öppna jordbrukslandskapet är viktigt, exempelvis äldre bebyggelsemiljöer med åkrar som har månghundraårig kontinuitet (Miljömålsrådet, 2010). I likhet med effekterna på miljö kvalitetsmålet *Ett rikt odlingslandskap* kan odlingar av poppel och hybridasp få såväl positiva som negativa effekter för kulturmiljön och därmed för miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö* beroende på var i landskapet odlingarna hamnar. Odlingsgrödor som poppel och hybridasp kan avskärma vyer i öppna jordbrukslandskap och leda till att en månghundraårig tradition med lågväxande grödor upphör. Däremot är det av mindre betydelse för miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö* om odlingar av poppel och hybridasp ersätter konventionell skog. En viktig aspekt i samband med detta miljö kvalitetsmål är alltså placeringen av odlingarna i landskapet. Därmed gäller även för miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö* att en maximering av de positiva effekterna kan kräva en styrning av var i landskapet odlingar av poppel och hybridasp ska placeras och hur de utformas.

### **9.2.3 Motsatsförhållanden mellan olika miljö kvalitetsmål**

När man planterar poppel och hybridasp för att ersätta fossila bränslen, binda upp tungmetaller eller minska växtnärläckaget, kan det möjligen behövas viss styrning när det gäller odlingarnas lokalisering, utformning och skötsel för att tillvarata positiva möjligheter även för landskapets kultur- och naturvärden. En studie av *Salix* odlad på åkermark visade att dessa odlingar ofta kan lokaliseras, utformas och skötas på ett sådant sätt att de bidrar till ökad variation i landskapet och därmed främjar eller åtminstone inte kolliderar med miljö målen *Ett rikt odlingslandskap* och *Ett rikt växt- och djurliv* (Weih, 2006). Motsatsförhållanden kan dock uppstå mellan dessa miljö mål och miljö målet *Begränsad klimatpåverkan*, som främjas mest av kommersiella odlingar med hög biomassa produktion och hög kolinlagring. Maximering av biomassa produktion och kolinlagring (genom intensifierad skötsel) bör därför vägas mot dess effekter på biologisk mångfald, men om de positiva möjligheterna med att utforma odlingar på ett natur-/kulturmiljö vänlig sätt utnyttjas maximalt (t.ex. Weih, 2008), behöver motsatsförhållanden inte uppstå.

### **9.2.4 Slutsatser**

En ökad areal med poppel och hybridasp på åker- och skogsmark kan vara såväl positiv som negativ med tanke på de olika miljö kvalitetsmålen. De tre miljö kvalitetsmålen *Begränsad klimatpåverkan*, *Giftfri miljö* och *Grundvatten av god kvalitet* skulle övervägande gynnas av en ökad areal med poppel och hybridasp, särskilt om bestånden ersätter odlingar av konventionella jordbruksgrödor såsom stråsäd, oljeväxter och potatis. För de tre miljö kvalitetsmålen *Ett rikt odlingslandskap*, *Ett rikt växt- och djurliv* samt *God bebyggd miljö* blir effekterna av en ökad areal med poppel och hybridasp mer varierande och beror mycket på var i landskapet odlingarna placeras och hur de utformas. Här kan en viss styrning bli nödvändig för att inte riskera de positiva värdena förknippade med dessa tre miljö kvalitetsmål.



Poppel och hybridasp kan odlas för olika ändamål (ex. virkesproduktion, bioenergi och rening av avloppsvatten). En mosaik av odlingar med olika ändamål och därmed olika utformning, skötselregim och storlek skulle kunna skapa stor mångfald av betingelser där olika organismgrupper kan trivas. Därmed minskar risken att miljömålsåtgärder krockar med varandra. Om man dessutom, på ett kontrollerat sätt, kombinerar olika typer av odlingar, skulle synergieffekter kunna uppnås eftersom just den småskaliga variationen skulle tillföra artrikedom och landskapsvariation. Odlingar av poppel och hybridasp skulle därmed kunna bli intressanta redskap i arbetet med miljö kvalitetsmålen och åtgärdsstrategierna för att nå dessa (Miljömålsrådet, 2010), särskilt om de positiva möjligheterna för biologisk mångfald och kulturmiljö utnyttjas maximalt (ex. Weih, 2008).

### **9.3 EFFEKTER PÅ SOCIALA VÄRDEN AV PLANTERING MED HYBRIDASP OCH POPPEL**

#### **9.3.1 Introduktion**

Poppel- och hybridaspodling för energiändamål skiljer sig från ett ordinärt skogsbruk i och med de korta omloppstiderna och den mer intensiva anläggningsfasen, som på åkermark ofta inbegriper herbicidbehandling. Dessa lövträdsodlingar är därför mer att likna vid plantageskogsbruk.

I MINT-utredningen (Gustafsson m.fl., 2009) gjordes en genomgång av hur ett intensivskogsbruk med bl.a. hybridasp påverkar kulturvärden, friluftsliv och landskapsbild. Det saknas dock direkta studier från Norden av hur poppel och hybridasp påverkar de sociala värdena. Här förs därför ett mer allmänt resonemang kring effekter på friluftsliv, landskapsbild och kulturmiljön av intensivskogsbruk i allmänhet, och energiskog i synnerhet. För energiskog med *Salix* finns dock studier och enkätundersökningar som belyser olika sociala värden (t.ex. Skärbäck & Becht, 2005; Weih, 2006).

Plantageskogsbruk med poppel förekommer i högre grad utanför Norden, t.ex. i kontinentala Europa och Nordamerika. I några fall görs därför referenser till studier från dessa områden.

#### **9.3.2 Tillgänglighet för friluftslivet**

Svenskar är ett friluftssälskande folk, och skogen har en viktig roll för vardagsrekreationen. I en nyligen genomförd gallupundersökning svarade 94 % att det var viktigt för dem att vistas i skog och mark (LRF, 2009). Störst betydelse har den bostadsnära skogen. I genomsnitt bor svensken 700 meter från en skog, och om avståndet överstiger 2 km minskar vardagsutnyttjandet dramatiskt (Hörnsten, 2000).

Betydelsen av poppel- och hybridaspodlingar för svenskens friluftsliv beror på hur de utnyttjas och utformas. I ett renodlat energiskogsbruk med hägn, tät bestockning och korta omloppstider, blir tillgängligheten begränsad. Om eventuella stängsel tas ner och träden tillåts genomgå gallring och uppnå högre åldrar kommer dock odlingarna att öka tillgängligheten, åtminstone jämfört med ett tidigare åkerbruk. Med anlagda strövstigar ökar tillgängligheten ytterligare (kommentar från länsstyrelser i enkät i Weih, 2006).

Rekreationsvärdet hos en skog är som lägst i den täta röjningsskogen, vilket är en fas som en energiskogsodling befinner sig under en stor del av tiden (Lindhagen, 2009). I takt med att skogen blir äldre och öppnare ökar rekreationsvärdet. En plantering med snabbväxande grödor som hybridasp och poppel kan då utnyttjas för att snabbare nå de utvecklingsfaser då skogen är rekreativvänlig. En energiskogsodling kan därför ses som en potentiell tillgång för friluftslivet, om det ursprungliga syftet för energiproduktion skulle överges.

Igenplantering av betesmark eller övergiven jordbruksmark kan dock innebära en försämring för friluftslivet, eftersom dessa miljöer kan vara omtänkta för rekreation.

Oavsett utformning torde dock igenplantering med hybridasp och poppel vara att föredra framför plantering med gran. Preferensstudier visar att lövskog får bättre betyg än granskog, och att även yngre skog kan uppskattas (Lindhagen, 2009). Hälsoforskare menar också att lövskogen har bättre kvaliteter för att skapa återhämtning från stress (Annerstedt, 2009). Jämfört med barrskogar innehåller lövskogar mer av stresslindrande karaktärer (rofylldhet, vildhet, artrikedom och rum för tanke och vederkvickelse). Dessa karaktärer är i och för sig inte helt relevanta för en ren energiskogsodling, men om skogen tillåts bli äldre kan den utvecklas åt det hållet.

I en energiskogsodling blir markvegetationen rikare än i en granodling. På bördiga och gödslade marker kan vegetationen bli så hög och tät att den hindrar friluftsliv, vilket framför allt gäller om marken täcks med brännässlor. En från friluftslivet positiv aspekt är att odlingarna kan hysa mer vilt. Denna synpunkt kom också tydligt fram i enkäten till markägare (se avsnitt 9.3). Precis som för ett ordinarie skogsbruk kan energiskogsodlingen anpassas med åtgärder som ökar värdet för friluftslivet, t.ex. genom att hägn förses med övergångar eller grindar, att strövstigar anläggs, och att odlingarna anpassas till terrängen. Energiskogen får inte skära av tillgängligheten till annan rekreativmark.

Effekterna på friluftslivet påverkas också av upplevelsen ur ett landskapsperspektiv, vilket beskrivs nedan.

### **9.3.3 Upplevelser av landskapsbilden**

Odling av energigrödor i ett i övrigt ensamt landskap kan öka variationen och därmed vara positivt för friluftslivet. I öppna landskap kan det bryta monotonin, och dessutom ge ett skydd för vind och regn. I barrskogsdominerade områden bidrar det till att lätta upp landskapet och att skapa ljus. Hybridasp och poppel anges därför ofta som intressanta alternativ nära tätorter (t.ex. Jonsson, 2008).

Upplevelsen av planteringar i ett jordbrukslandskap påverkas naturligtvis av planterings omfattning och det ursprungliga landskapet. En begränsad användning av energigrödor kan lätta upp ett homogent jordbrukslandskap. Bryn med naturliga träd och buskar ökar värdet för upplevelsen (Ode & Hägerhäll, 2009). Dessutom är planteringarna positiva som refugier och spridningskorridorer för växter och djur (Weih, 2006).

Vid storskalig plantering påverkas den visuella upplevelsen, och påverkan blir större ju mer av sikten som utgörs av energiskog. Några direkta studier av hybridasp och poppel på den visuella upplevelsen har inte gjorts i Sverige. Däremot har *Salix*-odlingar studerats. *Salix* är en mer lågvuxen och tät gröda som kan blockera sikten i tidigare öppna landskap. Skärbäck och Becht (2005) konstaterade att energiskog med *Salix* kan höja det landskapsestetiska värdet genom att tillföra variation (bl.a. höstfärger) och struktur i ett annars homogent jordbrukslandskap. Omfattningen och utformningen är dock viktig. Småskaliga energiskogsodlingar kan berika strukturen i ett öppet landskap, vilket påverkar landskapsuppfattningen positivt (Rode, 2005). Om skogsandelen blir för stor minskar den positiva inställningen. Enligt Wöbse (2003) upplevs ett landskap som dystert och påträngande om skogsandelen i ett slättlandskap överstiger 40 % av den totala ytan.

Weih (2006) frågade olika intressenter om deras inställning till energiskog med *Salix*. Felaktig lokalisering och störd landskapsbild framhölls av flera tillfrågade myndigheter (Energimyndigheten, Riksantikvarieämbetet, Jordbruksverket, länsstyrelserna och kommuner). Det framkom även positiva synpunkter, som tillgänglighet för friluftslivet (förutsatt att strövstigar anläggs) och att det ger en variation i åkerlandskapet.

Ode och Hägerhäll (2009) analyserade i MINT-utredningen effekten av intensivskogsbruk (som också innebar plantering med barrträd) med olika omfattning i olika landskap. De konstaterade bl.a. att:

- Intensivskogsbruk innebär en minskning av den upplevda omvårdnaden i landskapet. Bestånden kan upplevas sakna förankring i det lokala landskapet, och skötseln kan upplevas som en störning;
- Ensartade och enskiktade bestånd upplevs mindre naturliga än blandbestånd med olika åldersfördelning. Planteringar på jordbruksmark kan dock öka upplevelsen av ett naturligt landskap, men motsatsen gäller om den ersätter annan typ av skog;
- Hybridaspbestånd kan i de flesta landskap bidra till att öka variationen upp till en viss nivå. Hybridaspkogarna är relativt öppna och erbjuder en viss genomsikt, jämfört med barrträdsbestånd. Årstidsvariationen är också positivt för upplevelsen. Hybridaspern kan dock upplevas negativt för förmågan att avläsa landskapets historia.

### 9.3.4 Effekter på kulturmiljön

Energiskogsodling kan, precis som annan markanvändning, påverka kulturvärdena i landskapet. Kulturarvet skyddas huvudsakligen av kulturmiljölagen, skogsvårdslagen och miljöbalken. De regler om hänsyn som gäller för skogs- och jordbruk ska självfallet gälla även vid energiskogsodling. Viktiga råd finns beskrivna i bl.a. rådgivningsportalen Kunskap Direkt ([www.kunskapdirekt.se/kulturarv](http://www.kunskapdirekt.se/kulturarv)). Några aspekter är försiktighet med markberedning, god kunskap om förekomsten av kulturmiljövärden, lämnande av skyddszoner runt lämningssubjekt och undvikande av körskador. Verksamheter som kan påverka en fast fornlämning eller ett fornlämningsområde kräver också tillstånd från länsstyrelsen.

Plantering av energigrödor på skogsmark skiljer sig från ett ordinarie skogsbruk bland annat genom de tätare ingreppen och ökad risk för markskador. Vid återföring av energiskog till jordbruksmark kan också en kraftigare jordbearbetning krävas för att få bort stubbar och rötter, vilket ökar risken för skador på kulturlämningar. Energigrödor med kort omloppstid och lägre högsta höjd torde ha en lägre risk att fällas i stormar. Rotvältor kan annars orsaka skador på kulturlämningar (Lundh, 2009).

I jordbruksmarken finns mängder med lämningar från människors verksamheter. En del kan vara rester från det gamla jordbruket, såsom stenmurar och odlingsrösen. Andra kan vara kopplade till det biologiska kulturarvet, t.ex. gamla ängs- och hagmarker, träd kring bebyggelse och alléer. Hänsyn till dessa värden måste tas oavsett om energigrödor eller annan skog planteras.

I MINT-utredningen (Lundh, 2009) påpekas att områden med stora arealer av nedlagd jordbruksmark sammanfaller med tät förekomst av kulturlämningar. Sådan mark i Götaland, östra Svealand och längs norrlandskusten kan också vara aktuell för odling av energiskog med poppel och hybridasp, varför konflikter kan uppstå med kulturmiljövärdena.

Ett kulturlandskap är inte bara summan av ett antal forn- och kulturlämningar. Kulturlandskapet är helheten av ett landskap där även byar och gårdar ingår. Igenplantering av odlingsmark är därför en viktig landskapsfråga (Lundh, 2009). På jordbruksmark (åker och betesmark) bidrar igenplantering till en landskapsförändring, där landskapsbilden i sig kan ha ett kulturhistoriskt värde. I dag är inte landskapsbilden skyddad av kulturminneslagen eller skogsvårdslagen. Däremot kan landskapsaspekten få betydelse om Sverige ratificerar den europeiska landskapskonventionen ([www.riksantikvarieambetet.se](http://www.riksantikvarieambetet.se)). I denna understryks att landskapet är en gemensam tillgång och ett gemensamt ansvar. Olika tillgångar möts och måste hanteras gemensamt, däribland de kulturella och estetiska. Ännu har Sverige bara signerat konventionen, och den blir juridiskt bindande först när den är ratificerad.

### 9.3.5 Slutsatser

Effekter av poppel- och hybridaspplanteringar på friluftslivet beror på deras utformning och användning. Energiskogar med kort rotationstid och täta odlingar är sannolikt mindre attraktiva och mindre tillgängliga för friluftslivet, medan äldre bestånd kan öka friluftsvärdet.

Poppel och hybridasp upplevs sannolikt mer positivt än gran ur såväl landskaps- som friluftshänseende.

Plantering med poppel och hybridasp skapar ett handlingsutrymme för framtiden, om ambitionen med kort rotationstid skulle överges. Odlingar på jordbruksmark kan också överföras till sin tidigare markanvändning.

Utformning och placering av odlingarna får stor betydelse för deras värde för landskapsbild och friluftsliv. Bestånd med variation, brynplanteringar och placering så att de inte skymmer utsikter kan ge ett positivt värde till ett landskap.

Det saknas preferensstudier av hur allmänheten uppfattar energiskogsodlingar med poppel och hybridasp, och det vore angeläget att undersöka de sociala aspekterna innan en storskalig plantering igångsätts.

Energiskog med poppel och hybridasp måste visa samma hänsyn till kultur- miljövärden som annan markanvändning. Djupplöjning i samband med stubb- och rottäkt samt energiskogens påverkan på landskapsbilden är viktiga aspekter. En intensivare skötsel med fler avverkningsingrepp ger också mer störningar än konventionellt skogsbruk.

## **9.4 MARKÄGARNAS INSTÄLLNING TILL POPPEL OCH HYBRIDASP**

En viktig förutsättning för uttag av biobränslen är att markägarna själva är positiva till verksamheten. Enligt en undersökning av Norin och Tosterud (2009) är flertalet markägare positiva till uttag av grot, vilket även gynnar uttag av biobränslen i plantageskog av hybridasp och poppel. De främsta motiven till att ta ut grot var att det anses ekonomiskt lönsamt och underlättar efterföljande skogsvård. Man var dock lite tveksam till att uttag kan minska tillväxten och att extra körsador uppstår.

### **9.4.1 Bakgrund**

Poppel och hybridasp är trädslag med hög produktionspotential på såväl skogs- mark som nedlagd jordbruksmark. Trots att båda trädslagen har prövats i Sverige sedan åtminstone 1930–1940-talen, har de bara planterats i begränsad omfattning. Fram till mitten av 2000-talet fanns ca 400 hektar planterade på jordbruksmark, vilket sedermera ökat till drygt 2 000 ha (se 5.2). Arealerna kan jämföras med de ca 13 000 hektar som finns anlagda med *Salix* som energigröda.

Kraven på en omställning till förnybara energikällor har ökat intresset för att odla energigrödor på tidigare jordbruksmark. Potentialen bedöms som hög, och Oljekommissionen (Anon., 2006) bedömde att åkerbränslen (inkl. energi- ved) skulle kunna bidra med 32 TWh energi år 2050. I dag är bidraget endast 1 TWh, varav *Salix* står för ca 0,2 TWh. En förutsättning för den bedömda ökningen är att en stor del av jordbruksmarken utnyttjas för energigrödor. Oljekommissionen uppskattade att 300 000–500 000 hektar kan bli aktuella. MINT-utredningen (Larsson m.fl., 2009) beräknade att ca 400 000 hektar kan bli aktuella för intensivskogsbruk, fördelat på ca 140 000 jordbruksmark som nyligen tagits ur drift, och 260 000 hektar som förväntas bli tillgängliga inom den närmaste 40-årsperioden.

Hybridasp och poppel betraktas numera som energigrödor, sett ur ett bidrags- perspektiv. Den tidigare gränsen på 10 års omloppstid är numera förlängd till 20 år för dessa trädslag, vilket betyder att de kan odlas med lämpliga omlopps- tider. På jordbruksmark finns flera olika stöd för omställning till energigrödor (se 8.2.3). På skogsmark finns numera inget bidrag för odling av snabbväxande lövträd sedan stormbidraget upphörde 2010.

Trots de olika stöden har intresset varit relativt svagt för nyanläggning av odlingar med hybridasp och poppel. Det kan finnas flera skäl till det, t.ex. att marknaden är osäker, att anläggning och skötsel är besvärlig och arbetsintensiv, att bidragen är otillräckliga eller att tradition och sociala förutsättningar sätter

hinder i vägen. Byråkrati kring bidragen, kunskapsbrist och tillgång på plantor är andra exempel på faktorer som kan ha bromsat plantering.

Det finns också flera faktorer som kan påverka markägarnas intresse för trädslagen i positiv riktning. Dit hör t.ex. den höga produktionen och snabba omloppstiden som ger en tidigare ekonomisk utdelning än vid odling av traditionell barrskog. Andra faktorer kan vara att odlingarna upplevs som positiva i landskapet, t.ex. genom att de bryter av ett i övrigt monotont jordbruks- eller granskogslandskap, eller att de bidrar med biologisk mångfald och viltvård.

Denna undersökning (den kompletta rapporten finns som bilaga 3) ger en sammanställning av hittills publicerade erfarenheter kring plantering och skötsel av poppel och hybridasp, samt de attityder som är förknippade med dessa. Dessutom redovisas resultaten av en enkät riktad till markägare med såväl jordbruks- som skogsbruksverksamhet.

Syftet var att ge en bild av vilka hinder och möjligheter som markägare ser för plantering med dessa trädslag. I enkäten vägdes ekonomiska, skötsel- och marknadsmässiga faktorer in, liksom faktorer kopplade till tradition och andra sociala aspekter.

#### **9.4.2 Attityder till plantering av poppel och hybridasp från litteraturen**

I Sverige har ett mindre antal intervju- och enkätundersökningar gjorts med markägare och skogsförvaltare som har arbetat med poppel och hybridasp.

Karačić (2005) undersökte i sin doktorsavhandling bl.a. produktionen av poppel på ett 20-tal ytor från Skåne i söder till Västerbotten i norr. De skånska markägarna hade positiva erfarenheter av trädslaget. En förvaltare uttryckte att det är ett "lätt sätt att tjäna pengar på lite sämre marker" (intervju i Borgman, 2005). Samme förvaltare såg poppeln som ett ekonomiskt bättre alternativ än *Salix*. "Med poppel har man mycket större valfrihet och den sköter sig i princip själv". Karačić uppger i Borgman (2005) att plantpriset borde kunna pressas från nuvarande ca 5 SEK till 1 SEK. Etableringskostnaden uppgavs vara 8 000 SEK per hektar, men trots den höga kostnaden var det ekonomiska utfallet mycket bra. Vid sidan av bidragen gav odlingarna ett netto på 400–1 600 SEK per hektar och år.

Jonsson (2008) sammanställde i ett examensarbete erfarenheter av poppelodlingar i Skåne genom att dels inventera befintliga poppelbestånd, dels intervjua skogsförvaltare och skötselansvariga om deras erfarenheter av poppel. Intervjuerna med fyra förvaltare som själva odlat poppel gav både en bild av motiven för poppelplantering och erfarenheter kring anläggning och skötsel av poppel. De intervjuade bedömde att poppelodlingen kommer att öka i omfattning som en följd av ökade energipriser och hög efterfrågan på cellulosa. Det främsta skälet för att odla poppel på skogsmark var den snabba tillväxten jämfört med gran, vilket gör att poppeln kan slutavverkas efter 20–25 år. Till nackdelarna hörde en svag marknad och att arten är svårodlad. Det var framför allt etableringen som ansågs vara den svaga länken.

I examensarbetet intervjuade Jonsson också skötselansvariga på Sveaskog och Södra. Sveaskog hade ännu inte testat poppel i stor skala, men bedömde att

både hybridasp och poppel var intressanta alternativ för intensivodling. Sveaskog behövde inventera sina marker för att identifiera de som passar bäst för poppelodling. Poppelodling var också intressant som alternativ nära bebyggelse. Södra lyfte också fram de estetiska skälen, vilka talar för poppelplantering nära bebyggelse. Både Södra och Sveaskog pekade på en begränsad avsättning för virket. De lyfte också fram riskerna, där det smala genetiska urvalet (en klon) kan påverka odlingssäkerheten. I valet mellan hybridasp och poppel fanns en preferens för den förstnämnda, som för närvarande inte betraktas som ett främmande trädslag.

Enligt skogsförvaltarna har poppeln sin högsta tillväxt på finjordsrika, näringsrika marker med god tillgång på vatten. Den är i dagsläget mest aktuell på tidigare jordbruksmark. Skogsmark med hög mullhalt eller med sandig-moig morän kan vara alternativa ståndorter. De svenska erfarenheterna är dock otillräckliga.

I ett annat examensarbete undersökte Blomquist (2006) erfarenheter av lövtradsplanteringar på jordbruksmark i Skåne i samband med anläggningsstödet under första halvan av 1990-talet (Omställning 90). Arbetet baserades både på fältinventeringar och på intervjuer med markägare. En större telefonintervju med 75 svarande gav en bild av erfarenheter och de faktorer som spelar in i valet att plantera lövskog på jordbruksmark. I Omställning 90 anlades mycket ädellövskog, men hybridasp fanns också med bland de objekt som inventerades i studien. De vanligaste trädslagen i Omställning 90 i Skåne var ek, fågelbär, björk och hybridasp.

Blomquist (2006) fann att huvudmotivet för att plantera lövskog var möjligheten att få bidrag och att kunna föra över icke-produktiv jordbruksmark till produktiv skogsmark. Vilt- och miljövård, tätortsnära skogar och eget intresse var andra motiv. Kommuner som var markägare pekade framför allt på tätortsnära aspekter.

Många av lövplanteringarna misslyckades under den aktuella perioden. Torka och viltskador var de främsta orsakerna till plantavgång. Den torra våren 1992 kan ha spelat stor roll (Blomquist, 2006).

Av markägarna svarade 45 % att de skulle vilja delta i ett liknande projekt, medan 39 % inte kunde tänka sig det. Flera markägare pekade på krånglig byråkrati, långa handläggningstider och EU-subventioner till jordbruket som orsaker till att inte upprepa planteringen.

Hugosson (2004) gjorde en mer riktad uppföljning av de hybridaspplanteringar på åkermark som anlades inom ramen för Omställning 90. Planteringarna var belägna i Skåne, Uppland och Västra Götaland. I studien ingick intervjuer med markägare och förvaltare om beståndsanläggning och inställning till hybridasp. Resultaten pekade på att herbicidbehandling och hägning ofta är nödvändiga åtgärder för ett lyckat resultat. Intervjuerna pekade också på att hybridasp är ett intressant trädslag, men att det finns vissa farhågor kring avsättningen av virket. Majoriteten av de som prövat hybridasp var dock positiv, och skulle välja hybridasp igen.

I en studie från IVL Svenska Miljöinstitutet undersökte Paulrud och Laitila (2007) lantbrukarnas inställning till att odla energigrödor. Inställningen översattes i monetära termer. I undersökningen ingick inte poppel och hybridasp, däremot *Salix*. Analysen visade att lantbrukaren värderar energigrödor med kort omloppstid högre än energigrödor med lång omloppstid. En gröda med längre omloppstid ökar kraven på avkastning. I genomsnitt vill lantbrukaren ha 500 SEK mer per hektar och år för att odla en 10-årig gröda, och 1 200 SEK för en 20-årig gröda jämfört med ettåriga grödor. Attityden påverkas också av landskapsbilden. Lantbrukarna värderade en låg odling (0–2 m) mer än en hög (4–8 m). Äldre lantbrukare var mer negativa till högvuxna grödor.

Paulrud och Laitila gjorde också en beräkning av den förväntade arealen av energigrödor under olika scenarier. Med nuvarande bidragsnivåer kunde 29 000 hektar förväntas i de undersökta regionerna. Om intäkterna ökade med 1 000 SEK per hektar och år ökar den planterade arealen med 10 000 hektar. Lantbrukarnas intresse för energigrödor var generellt sett större i Mälardalen jämfört med Skåne, Västra Götaland och Västernorrland.

Det visade sig också att markägare var mindre benägna att arrendera ut mark för fleråriga grödor. För *Salix* var bara 4 % av lantbrukarna intresserade av att arrendera ut mark, medan 25 % kunde tänka sig det för energispannmål.

Rämö m.fl. (2009) vände sig till finska skogsägare med en intervju om deras inställning till energiuttag och odling av energigrödor. Enkäten skickades ut under 2005 till ett slumpmässigt urval av skogsägare, och 774 svar samlades in. Av de svarande ägde 56 % också jordbruksmark. Deras inställning till energigrödor var i allmänhet positiv. 40 % trodde att energigrödor var ekonomiskt lönsamt. Samma andel var också villiga att arrendera ut åker för energigrödor, medan 33 % inte skulle tillåta det. Intresset för att arrendera ut mark för energi var större än intresset för att odla energigrödor själv.

Markägarna fick också rangordna olika energigrödor, samt ange vilka som inte var önskvärda. *Salix* var minst populärt, det visade sig att 75 % av markägarna inte skulle tillåta det. Däremot var energigräs (rörflen) och oljeväxter populära. Av studien framgår inte specifikt hur inställningen till poppel och hybridasp var.

I Rämös studie var många markägare osäkra på om de kommer att plantera energigrödor. Endast 10 % sa sig vara säkra på att de tänkte odla energigrödor under säsongen 2006–2007, medan 44 % inte avsåg det. Övriga var osäkra.

Störst intresse för odling av energigrödor hade aktiva jordbrukare, innehavare av större jordbruksarealer, och yngre markägare. De markägare som efterfrågade mest information om energiproduktion var högutbildade, stadsbor, anställda vid sidan av jord- och skogsbruket, och de äldre jordbrukarna.

I Storbritannien, Belgien, Holland, Italien, Spanien och Frankrike finns lång erfarenhet av poppelodling, och i dessa länder har också en viss marknad för poppelvirket etablerats. Inom EU-projektet "Poplars: a multiple-use crop for surplus and arable land" (Anon., 2002) undersöktes bl.a. erfarenheter och attityder hos poppelodlare. Resultaten tydde bl.a. på att jordbrukare i Belgien (Flandern) var negativa till poppelodling, medan de i Storbritannien var mer



positiva. Bland lantbrukare i England, svarade 75 % att de övervägde att plantera poppel om det är ekonomiskt lönsamt. Vid en jämförelse mellan olika markanvändningsalternativ stod dock poppeln lägre även hos de brittiska lantbrukarna. Högre preferenser fanns för jordbruksgrödor, gräsmarker och blandlövskogar. Endast 16 % av lantbrukarna ansåg att poppel hade höga värden för landskapsbilden, medan 24 respektive 3 % ansåg att den hade höga värden för viltvård och ekonomi (Anon., 2006).

Den brittiska delen av undersökningen har analyserats vidare av Williams och Thomas (2006). I deras rapport ges också mer detaljer. De svarande angav att deras intresse för att odla poppel hade ökat under 1990-talet. I Storbritannien fanns 13 590 hektar poppel år 1982, men det finns en potential av tillgänglig mark som skulle kunna öka denna siffra till 3 miljoner hektar. Poppel kan odlas både som högskog (för timmer och massavedsproduktion) och som "short rotation coppice" (för energiändamål). Williams och Thomas (2006) uppskattade att den sistnämnda användningen ökade mest under 1990-talet. Det fanns en viss osäkerhet kring marknaden, där huvuddelen av enkäterna inte hade besvarat frågor om prisbilder och marknadsutsikter. Bland de som svarade trodde dock över 90 % på stabila eller ökande priser.

De beslut som föregår en trädplantering hos en lantbrukare är komplexa och varierar stort mellan olika typer av brukare/markägare. Fairweather (1992) gjorde en sammanställning av hur beslutssituationerna beskrivits i den internationella litteraturen. Fairweather konstaterade att skogsplantering har en underordnad betydelse för de flesta jordbrukare, vilket har visats i studier i bl.a. Frankrike och USA. De beslut som leder fram till plantering styrs av en mängd komplexa faktorer, där de finansiella motiven bara är en del. Motiven varierar dessutom mellan olika regioner. I brittiska studier från 1980-talet var en knapp majoritet av lantbrukarna positiva till trädplantering förutsatt att det gav någon fördel som förbättrad landskapsbild, vindskydd eller inkomster. En skotsk studie visade däremot på ett lägre intresse, och intresset varierade med ålder (äldre var minst intresserade); storlek (stora jordbruk visade större intresse); bördighet (jordbruk med svaga marker var mer intresserade), och arrende-förhållanden (arrendatorer var mindre intresserade av skogsplantering). Andra studier har undersökt den europeiska inställningen till omställning av jordbruksmark, och de tyder på att många jordbrukare är "konservativa" och ogärna för över åkermark till skog. Om ersättningen är tillräckligt hög är det dock ändå intressant.

Attityderna till energigrödor i jordbruket i Sverige sammanfattades i den statliga utredningen om jordbruket som bioenergiproducent (Regeringskansliet, 2077). Utredningen (s. 381) pekade på att många lantbrukare saknar kunskaper om och erfarenhet av energibranschen. De nya energigrödorna innebär större risker än de traditionella grödorna, och därmed större krav på avkastning. Utredningen pekade dock på att lantbrukare har en stark vilja att satsa på energiproduktion, även om deras kunskaper inte är tillräckliga. Det finns en medvetenhet om att energi är ett viktigt framtidsområde. Intresset är dock högst för ettåriga energigrödor. Så fort det handlar om fleråriga är attityderna mer negativa. De kalkylmässiga vinsterna är inte avgörande, utan i stället en ovilja att odla grödan och att binda upp marken för så lång tid som krävs för t.ex. *Salix*. När marken är utarrenderad är det också svårt att investera på längre

sikt. Utredningen påpekade också att högväxande grödor (här refererat till *Salix*) upplevs förfulande, eller på andra sätt negativt för landskapet.

### 9.4.3 Faktorer som påverkar attityderna

De nämnda undersökningarna ger underlag för att kunna lista några viktiga faktorer som påverkar besluten att plantera poppel, hybridasp och *Salix*. Hänsyn till dessa faktorer har tagits vid utformningen av den enkät till markägare som redovisas nedan.

#### *Ekonomi*

Lång omloppstid jämfört med ordinarie jordbruksgrödor innebär en större finansiell risk som kräver en högre ersättning. Den värderades till 1 200 SEK ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> i studien av Paulrud och Laitila (2007).

Höga anläggningskostnader för poppel och hybridasp bromsar viljan att plantera. Etableringsstödet storlek och stödet för hägn får därmed stor betydelse. Etableringskostnaden påverkas av bl.a. höga plantpriser (där hybridasp är betydligt dyrare än poppel).

På skogsmark är omloppstiden för hybridasp och poppel betydligt kortare än för traditionella skogsträd, vilket talar för lägre avkastningskrav. En osäkrare avsättning kan dock tala för en högre finansiell risk och större krav på avkastning.

#### *Arrendeförhållanden*

Arrendering av jordbruksmark försvårar etableringen av långåriga energi-grödor eftersom arrendeaftalen ofta är kortare än grödornas omloppstid.

#### *Marknad*

Det finns en osäkerhet kring avsättningen av hybridasp och poppel, särskilt när de hanteras som virke. För energiändamål finns dock en tro på att marknaden kommer att bestå.

#### *Landskapsbild*

Det saknas studier som visar lantbrukares och skogsägars inställning till de aktuella trädslagen. För *Salix* finns en motvilja då det anses förfula landskapet, men det kan vara annorlunda för poppel och hybridasp på jordbruksmark. Internationella studier visar att lantbrukare tenderar att vara konservativa, men att man kan se fördelar om träden fungerar som skydd mot vind och erosion.

På skogsmark ses poppel och hybridasp som positiva inslag nära bebyggelse, i alla fall om alternativet är granskog. Detta torde gälla även för jordbruksmark, om alternativet står mellan gran- och lövplantering.

Hägn kan vara negativt för framkomligheten.

### *Skötsel*

Lövträden betraktas generellt som mer svårödlade än gran, och erfarenheterna från tidigare program som Omställning 90 har bitvis varit nedslående. Det är etableringen som är det kritiska momentet. När träden är hägnade och etablerade ”sköter de sig själva” fram till avverkningen, om målet är energiproduktion.

Hägnad mot vilt är ett problem, inte bara för kostnaden vid uppsättning, utan också för att de kräver skötsel och underhåll och att det är kostsamt att ta ner dem.

### *Bidrag*

Under Omställning 90 upplevdes bidragsprocessen som ”byråkratisk”. Anläggningsstödet för löv efter stormen Gudrun sågs också som invecklat jämfört med det mer generella bidraget som då fanns för plantering av gran.

Det är osäkert om bidragens storlek vid etablering på åkermark är kända. Med bidrag i form av gårdsstöd borde det vara god ekonomi att odla poppel och hybridasp som energigrödor.

#### **9.4.4 Enkät till markägare**

Med litteraturstudien som grund ställdes en enkät samman till markägare med jordbruks- och skogsmark i f.d. Skaraborgs län och Västmanlands län. Den fullständiga rapporten från enkäten redovisas i Hannerz och Bohlin (2010, bilaga 3).

Enkäten utformades som en brevenkät som skickades ut 27 april 2010 till 594 markägare. Efter påminnelse erhöles 267 svar (45 %). Svaren representerade totalt knappt 12 000 hektar i vartdera området, vilket motsvarade 5,6 % av den sammanlagda skogsmarken, 2,3 % av åkermarken och 2,8 % av betesmarken.

Av de svarande var det bara 11 som hade odlat poppel, hybridasp eller *Salix* under de senaste 20 åren. De totalt planterade arealerna var 2,6 ha poppel, 2,0 ha hybridasp och 95 ha *Salix*. Flera svarade dock att de övervägde plantering av grödorna inom den närmaste 5-årsperioden (21 för poppel, 27 för hybridasp och 12 för *Salix*). Den sammanlagt planerade arealen var 200 ha på jordbruksmark och 35 ha på skogsmark. Översatt till all jordbruksmark inom områdena skulle den sammanlagt planerade arealen uppgå till 1 900 ha vardera för hybridasp och poppel, och 4 000 ha för *Salix*. Av de som övervägt plantering var det dock en majoritet som svarat ”ja, möjligen” och ”ja, troligen”. Endast en markägare hade angett ”ja, definitivt”, och då för samtliga tre energigrödor.

De viktigaste motiven FÖR plantering av energiskogsgrödor på jordbruksmark uppgavs vara ”snabb tillväxt”, ”bidrar till Sveriges energiförsörjning” och ”positivt för viltet”. För gran var de viktigaste motiven ”god ekonomisk avkastning”, ”råvaran har säker avsättning” och ”grödan är lättodlad”. Björk skiljde ut sig framför allt genom att den ansågs ”positiv för landskapsbilden” och ”positiv för biologisk mångfald”.

De viktigaste motiven MOT plantering av energiskogsgrödor var ”negativt för landskapsbilden”, ”saknar tillräckliga kunskaper om skötsel och anläggning”, ”osäker ekonomi” och (för hybridasp och poppel) ”dyr etablering”. Det främsta argumentet mot gran var också landskapsbilden, och att det var ”negativt för biologisk mångfald”. Få hade svarat att trädslagen skulle vara negativa för viltet eller att de skulle vara svåra att odla.

På en fråga om vilka faktorer som skulle kunna öka intresset för odling av poppel, hybridasp och *Salix* kom ”mera och bättre rådgivning” i topp. ”Högre bidrag” och ”lägre kostnad för etablering” framhölls särskilt för hybridasp.

En hypotes i enkäten var att kunskap om bidragens utformning kan påverka intresset. I dag finns möjlighet att få anläggningsstöd och samtidigt erhålla gårdsstöd, förutsatt att grödorna avverkas som energiskog inom 20 år. Hälften av enkäterna fick därför denna information. Den halva som fått informationen hade i högre grad angivit ”goda möjligheter att få bidrag” som motiv för plantering, jämfört med den halva som inte fått informationen. Däremot var det ingen skillnad i hur många som hade övervägt plantering den närmaste 5-årsperioden.

Bland fritextkommentarerna återkom många synpunkter som kan grupperas i kategorin ”åker ska användas för mat” och att landskapet ska hållas öppet. Många kommentarer pekade också på kunskapsbrist, där de svarande inte hade övervägt energialternativen eftersom de saknade kunskap eller erfarenheter. Många efterlyste också mer och bättre information. Tveksamheter kring praktiska aspekter var vanliga, bl.a. att rotsystemen förstör täckdiknings-systemen och att det är svårt att bli av med hybridasp när den väl är etablerad.

Enkäten visar att intresset idag för plantering av hybridasp och poppel är svagt, men att det ändå pekar mot en eventuellt ökad plantering jämfört med tidigare. Motiven är framför allt tveksamheter att plantera igen åkermark (landskapsbild och en ovilja att ta jordbruksmark ur livsmedelsprodukt), att ekonomin är tveksam och att markägarna saknar kunskap om trädslagen. Framför allt den sista aspekten kan ha spelat roll för enkätens resultat. Troligen har många markägare aldrig övervägt alternativen energiskogsodling med hybridasp och poppel då de inte har kunskap själva, och inte har upplevt exempel från andra odlare.

Enkätresultaten pekar på ett behov av förbättrad information och rådgivning kring trädslagen, där även de ekonomiska konsekvenserna är viktiga. De pekar även på behov av att sänka anläggningskostnaden (eller öka bidragen) och att trygga råvarans avsättning. Bättre kunskaper om hur odlingarna påverkar landskapsbilden krävs också. Troligen behöver odlingarna i ett område nå över en viss ”tröskel”, och att erfarenheterna från de första planteringarna blir positiva, för att intresset ska öka i större skala. De lokala lantbruksnätverken har troligen en viktig roll för att sprida information.

## 10 Syntes av utredningen

### 10.1 BAKGRUND OCH SLUTSATSER

Det kommer att ställas många krav på framtida skogs- och energigrödor, vilka måste tillgodoses för att de ska bli konkurrenskraftiga. En hög och uthållig produktion är ett givet krav. Marken får inte utarmas på näring och grundvattnet får inte förorenas. Det är en stor fördel om en ny odling kan bidra till att öka biodiversiteten och även kan användas som filter för att ta upp näring och tungmetaller ur förorenat vatten från samhället. Det är också en fördel om det initialt går att använda existerande maskinpark och teknik. En viktig faktor är också den energibalans som odling av en gröda medför.

Hybridasp och poppel är snabbväxande trädslag som har möjlighet att bidra till att öka tillgången på förnyelsebar energi. Arter inom släktet *Populus* har visat på en tillväxt som inte överträffas av något annat aktuellt trädslag i landet. Eftersom hybridasp och poppel utvecklas till träd finns en helt annan flexibilitet i odlingen än för andra energigrödor. Det betyder att det går att styra mot både andra sortiment men också olika former av energisortiment såsom direktholts och energigved. Klimatnyttan med *Populus*-odling omfattar möjligheter att substituera fossila bränslen, att binda kol i mark och gröda, samt att lagra kol i träprodukter. Trädslagen har kort omloppstid, vilket gör dem mindre känsliga för förändringar av klimat och skadebild, samt förändrade marknadsvillkor. De utgör också en möjlighet för jord- och skogsbruk att sprida risker vid odling.

Att odla olika arter av *Populus* är dock inte riskfritt. Liksom andra trädslag kan hybridasp och poppel drabbas av svampsjukdomar och insektsangrepp, vilka kan orsaka betydande skador i odlingarna. Det är ett arbete för förädling och skötsel att försöka minimera dessa skador. Ett föränderligt klimat kan göra detta arbete besvärligt men trädslagen har å andra sidan korta omloppstider som medger att nytt anpassat odlingsmaterial kan introduceras med kort varsel. Marknaden för *Populus*-virke är varken stor eller etablerad inom landet. Energisortimentet gör dock att det finns en grundplåt för lönsam odling, och det är sannolikt att nya produkter utvecklas då tillgången på virke ökar. Det finns redan i dag ett betydande intresse för *Populus*-virke av högre kvalitet, bränslemarknaden utvecklas mot nya produkter, och det finns även möjlighet att försälja virke utomlands där poppelvirke har en mer etablerad marknad. Det finns en viss risk att stora odlingsarealer med hybridasp och poppel kan påverka miljön negativt, men det finns även betydande möjligheter att odlingarna faktiskt kan bidra positivt till åtskilliga miljömässiga och sociala värden.

Avsikten med den här rapporten har varit att utreda möjligheter till storskalig odling av hybridasp och poppel i Sverige. Med storskalig odling menar vi en odling som är av den storleken att olika aktörer har möjlighet till rationell hantering och till lönsam verksamhet, samt att odlingarna blir en signifikant del av framför allt energimarknaden. Rapporten lyfter fram de delar av odlingskedjan där vi ser utvecklingsmöjligheter och där det finns problem som behöver lösas. Vi kan konstatera att de insatser som behövs består av en blandning av forskning, utveckling, information och praktiska lösningar. Sammanfattningen listar de viktigaste FoU-insatserna och presenterar slutsatserna från respektive delområde. Slutsatserna är ofta gränsöverskridande

men vi har ändå valt att presentera dem i det delområde där de har störst relevans för att behålla en överskådlig struktur.

Vi har i utredningen identifierat ett antal FoU-insatser som är viktiga för att framgångsrikt utveckla odling av hybridasp och poppel i Sverige.

Nedan följer en genomgång av de FoU-aktiviteter som vi bedömer har stor vikt inför en eventuell introduktion av storskaliga odlingar av hybridasp och poppel i Sverige.

## 10.2 ODLINGSMATERIAL

Ett bra odlingsmaterial är en förutsättning för en god lönsamhet i skogsbruket. Kraven på ett högproduktivt och odlingssäkert material ökar med ökad användning. I södra Sverige finns i dag endast ett fåtal bra hybridasp och poppelkloner på plantmarknaden. I mellersta och norra Sverige saknas bra odlingsmaterial.

### 10.2.1 Kortsiktig förädling

Odlingsmaterialet av poppel och hybridasp riskerar att bli en flaskhals i utvecklingen av ett odlingssystem som potentiellt kan vara viktigt för en ökad användning av förnybar energi i Sverige. Det gäller framför allt mellersta och norra Sverige där ett bra, kommersiellt material saknas. För hybridasp används ca 6 kloner upp till Mälardalen. Dessa har valts utifrån resultat från genetiska fältförsök i södra Sverige. Förutom dessa finns ytterligare några få kloner tillgängliga från Finland och Lettland. De har dock inte testats i Sverige. För mellersta och norra Sverige finns i dag inget kommersiellt material. För poppel är det fram till i dag i princip endast klonen 'OP-42' som använts i södra Sverige. Från år 2010 finns ytterligare 12 kloner tillgängliga för södra Sverige, men inga för mellersta och norra Sverige.

*Det mest kostnadseffektiva alternativet för att förbättra odlingsmaterialet på kort sikt är att göra nya urval i befintliga svenska försök och samtidigt testa ett urval av kloner som redan tagits fram av andra förädlingsorganisationer i våra grannländer.*

### 10.2.2 Långsiktig förädling

Den kortsiktiga förädlingen utgör en återvandsgränd och bör kompletteras med en mer långsiktig strategi, som omfattas av momenten urval, korsning och testning, med syfte att över tiden få fram ett allt bättre odlingsmaterial i Sverige. Arbetet görs på ett sådant sätt att en tillräckligt stor genetisk variation säkras för den framtida förädlingen och att en god beredskap upprätthålls för olika tänkbara klimat- och miljöförändringar. Långsiktig förädling görs förslagsvis inom ett antal förädlingspopulationer som med hänsyn till bl.a. klimat och fotoperiod fördelas inom landet. Arbetet skall leda till att säkra en tillräckligt stor genetisk variation i den långsiktiga förädlingen.

För poppel koncentreras arbetet i första hand på balsampoppel (*P. trichocarpa* och *P. balsamifera*), som visat goda resultat i svenska försök. För att möjliggöra korsningar mellan arter görs även kompletterande populationer med *P. deltoides*, *P. nigra*, och/eller *P. maximowiczii*. Det svenska material som i dag finns tillgängligt för att skapa förädlingspopulationer är heterogent, ofta med dålig tillväxt och okänd sjukdomsresistens och virkeskvalitet, men en del är dock fullt användbart. Kompletterande material samlas in via urval i befintliga

förädlingspopulationer i Europa och Nordamerika och vid behov genom urval från nordamerikanska och asiatiska naturbestånd. För långsiktig hybridasp-förädling behövs kompletterande insamling av *P. tremula* i norra Europa och *P. tremuloides* i USA/Kanada.

I detta koncept ingår uppbyggnad av en systematisk teststrategi som förutom långliggande fältförsök även inkluderar testmetoder som syftar till att förutsäga långsiktig tillväxt genom ekofysiologiska tester på unga plantor. Här kan SLU:s forskning på *Salix* vara värdefull.

*Arbetet med den kortsiktiga förädlingen måste följas upp av ett långsiktigt förädlingsprogram med syfte att få fram ett bra odlingsmaterial specifikt för svenska klimatförhållanden.*

### 10.2.3 Sjukdomar och skadegörare

Allvarliga tillväxtförluster orsakade av stamkräfta (*Entoleuca*) har sedan länge observerats i kommersiella svenska hybridasp- och poppelodlingar. Bladrost (*Melampsora*), bakteriekräfta (*Xanthomonas*, *Pseudomonas*) och svamporsakad kräfta (*Septoria*) är några andra allvarliga sjukdomar som kan ge betydande produktionsförluster i kommersiella odlingar. För närvarande saknas en systematisk genomgång av skadebilden i svenska poppelodlingar och vår kunskap bygger i hög grad på fältobservationer. En ökad areal med ett fåtal kloner medför en uppenbar risk att nya patogenstammar ska utvecklas och orsaka betydande skador i odlingarna. För att säkerställa informationen från fältet behövs därför resistenstester som görs under mer kontrollerade former i laboratoriemiljö. Betydelsen av detta har accentuerats genom det ökade odlingsintresset och den förutspådda kommande klimatförändringen. En höjd medeltemperatur i samband med en prognostiserad ökad nederbörd innebär sannolikt ett ökat infektionstryck från olika patogener. Det föreligger också ett stort behov av att undersöka skador från olika insekter.

*Resistenstestning under kontrollerade former, ungefär så som det görs på poppel i andra EU-länder, har hittills inte gjorts på svenskt hybridasp-/poppelmaterial, men kommer att vara ett viktigt instrument för urval av odlingssäkra individer såväl i den kortsiktiga som långsiktiga förädlingen.*

### 10.2.4 Plantproduktion

För närvarande är plantproduktionen av hybridasp och poppel av liten omfattning, vilket bl.a. leder till ett högt plantpris. Poppelplantor kostar i dag 5–10 SEK och är dessutom något dyrare att hantera, lagra och plantera än barrplantor. Den vanligaste metoden i Sverige är produktion av rotade sticklingplantor. Möjligheten att använda direktstickning vid beståndsetablering behöver utredas. Det behövs en kraftfull forskningsinsats för att ta fram kostnadseffektiva planteringsmodeller. En viktig komponent i dessa tester är att studera olika kloners rotningsvillighet vid direktstickning.

Hybridasp går inte att direktsticka i marken såsom poppel utan odlas främst som ettåriga täckrotsplantor via mikroförökning (kloning utifrån knoppar) eller via rotskottsbitar (ej så vanligt). Mikroförökningen görs i laboratoriemiljö och är relativt omständig och dyr. En hybridaspplanta kostar 10–15 SEK. Pilotstudier har inletts för test av rotningsbenägenhet hos förvedade årsskott.

Resultaten har varierat men inspirerar till mer systematiska tester, eftersom det kan resultera i betydligt billigare plantor.

*Plantor av poppel och hybridasp är jämförelsevis dyra varför det behöver utvecklas metoder som gör plantframställningen billigare. Möjligheterna till direktstickning av poppel behöver utredas.*

### 10.2.5 Regelverk och organisation

Odlingsmaterial av hybridasp och poppel för plantering på svensk skogsmark ska vara registrerat hos Skogsstyrelsen eller godkänt för försäljning inom EU. Det finns däremot ingen instans som reglerar spridning av *Populus*-material vid plantering på jordbruksmark. I många andra länder kontrolleras spridning av odlingsmaterial genom ett särskilt certifieringssystem eller genom att poppel enbart tillhandahålls genom statliga plantskolor. Genom en certifierings-procedur godkänns poppelklonerna för kommersiell användning. Kriterierna är ofta rigorösa, vilket resulterar i att relativt få individer når marknaden. Eftersom relativt stora arealer av jordbruksmark kan bli aktuella för plantering med *Populus* i Sverige bör man fundera över ett gemensamt regelverk för jordbruksmark och skogsmark. Här finns möjlighet att använda sig av den svenska poppelkommissionen som kan behandla frågor kopplade till hybridasp och poppel på både skogs- och jordbruksmark. Kommissionen skulle också kunna ha en samordningsfunktion för olika kompetenser och administrativa verktyg kopplade till poppelodling.

De förädlingspopulationer och den verksamhet som är förknippad med förädling av träd måste administreras och skötas under lång tid och bör därför hanteras av aktörer såsom Skogforsk och SLU som besitter erforderlig kompetens och erfarenhet.

*Användning av klonat odlingsmaterial och främmande trädslag styrs av olika regler för jordbruksmark och skogsmark. En samordning är önskvärd för grödor som är aktuella för båda ägoslagen. Förädling av träd är en långsiktig verksamhet som kräver organisationer med långsiktigt säkerad kompetens och erfarenhet.*

### 10.3 ODLINGSSYSTEM

Poppelsläktet växer naturligt på olika ståndorter: från boreal till subtropisk miljö, från höglägen till lågland. I den boreala zonen kan träden bilda stora sammanhängande skogar liksom längs större flodområden. De förekommer också i små bestånd eller grupper samt i smala stråk. Karakteristiskt för poppel och hybridasp är deras snabba tillväxt och stora produktionsförmåga under en kort omloppstid, som sällan överstiger 30 år. Deras volymtillväxt ( $15\text{--}30\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}\text{ år}^{-1}$ ) är ca 50 % högre än för något i Sverige jämförbart trädslag som är lämpat för odling på jordbruksmark. En intressant och viktig egenskap hos hybridasp är dess förmåga att skjuta rikligt med rotskott efter avverkning.

Vid introduktion av en ny och främmande art för omfattande kommersiell odling krävs ett grundligt utarbetat underlag. Odlingssystem utformade för svenska förhållanden kommer i första hand att omfatta planteringar på nedlagd åkermark men även odling på skogsmark blir sannolikt aktuellt. Odlingarna kommer att inriktas på biomassaproduktion och produktion av olika trävaror, inklusive eventuell timmerproduktion. Ett viktigt moment vid odling i större skala är att man skapar bestånd som bidrar till en landskapsbild som är attraktiv



för allmänheten. Dessutom bör man studera hur de olika odlingssystemen kan bidra till att substituera fossila bränslen och lagra kol.

### 10.3.1 Etablering

Etablering av hybridasp och poppel på jordbruksmark kräver intensiv markpreparering för att undvika problem med konkurrerande vegetation och sork som trivs i gräsrika miljöer. Erfarenheten av plantering av hybridasp och poppel på skogsmark är liten men indikerar behov av kraftfull markberedning. Det behöver undersökas hur marken förbereds på bästa möjliga sätt på såväl jordbruksmark som skogsmark.

Erfarenheter hittills visar att hybridasp är mycket viltkänslig. Det betyder att hägn i princip är nödvändigt under större delen av rotationsperioden. På små arealer (<4 ha) är stängsel i regel helt avgörande för planterings överlevnad. Kostnaden för hägn blir dock hög per arealenhet vid skydd av små arealer (1–2 ha). Dessutom krävs en återkommande kontroll av stängslets kondition, d.v.s. att det är helt och att stolpar är i gott skick. När stängslet har fullgjort sitt syfte tillkommer kostnader för borttagning. Behovet av hägn för rotskottsgenerationerna behöver också utredas. Praktiska erfarenheter visar att poppelkloner av balsamtyp inte är speciellt utsatta för viltbetning. Detta måste verifieras.

*Effektiva och kostnadsbesparande markförberedelser måste arbetas fram, där insatser för att minimera sorkskador ingår. Viltskadornas omfattning och därmed behovet av hägn behöver utredas för poppel och rotskottsgenerationerna av hybridasp.*

### 10.3.2 Skötsel

Odling av poppel och hybridasp kräver ofta återkommande skötselinsatser. Vi har för närvarande en bristfällig erfarenhet av odling och skötsel av poppel och hybridasp. Det finns dock utländska erfarenheter som kan omsättas till svenska förhållanden. Men det krävs odlingar i praktisk skala för att kunna ge mer allmänna rekommendationer. Förekomsten av stora praktiska planteringar med poppel och hybridasp är sällsynt i Sverige. Ett exempel från Skåne finns där man planterade poppel på en 32 hektar stor åker. Medelproduktionen efter 14 år skattades till nära 9 ton TS ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>. Trots att man inte stängslade området så var överlevnaden 98 %. En viktig aspekt blir att ta reda på optimal omloppstid för olika odlingssystem, d.v.s. när tillväxten kulminerar och hur olika räntesatser påverkar det ekonomiska utfallet.

Det blir också viktigt att planera för olika skötselalternativ efter avverkning av första generationen av poppel och hybridasp. Ett alternativ är nyplantering som eventuellt föregås av stubbrytning. Ett annat är att gynna återväxten i form av stubb- och rotskott efter avverkningen. En vegetativ förnygring av poppel sker via stubbskott, men i vissa fall även via rotskott. Uppslaget av rotskott hos hybridasp är rikligt, 50 000–200 000 rotskott per hektar. Potentialen är stor för skörd av biomassa via stubb- och rotskott. En intressant aspekt vid odling av *Populus*-arter är också hur mycket biomassa som kan erhållas vid stubbskörd och hur ekonomin ser ut vid denna åtgärd.

*En viktig skötselaspekt blir att ta reda på optimal omloppstid för olika odlingssystem, d.v.s. när tillväxten kulminerar och hur olika räntesatser påverkar det ekonomiska utfallet. En*

*intressant aspekt vid odling av Populus-arter är också hur mycket biomassa som kan erhållas vid stubbskörd och hur ekonomin ser ut vid denna åtgärd.*

### 10.3.3 Virkesanvändning

Nuvarande kunskaper om användningsområden för poppel och hybridasp i Sverige pekar på att produktion av biomassa blir den mest använda odlingsinriktningen. I kombination med biomassaodling kan delar av skörden också komma att användas i massaindustrin. Timmerproduktion av poppel är för närvarande mindre troligt men kan bli intressant på sikt. Med tanke på att avsättning för vanlig asp som timmer är begränsad kommer efterfrågan på timmer av hybridasp troligen också att vara liten under den närmaste framtiden. Skötselalternativ som bygger på ett lågt stamantal vid anläggningen (600–1 100 plantor ha<sup>-1</sup>) kan vid behov utvidgas med gallring och en längre omloppstid (30 år) för att gynna timmerproduktion av hybridasp. Den rikliga stubbskottsförnyringen efter slutavverkning av hybridasp ger möjlighet till produktion av råvara till såväl energi, pappersmassa som timmer.

*Grundläggande kunskaper finns angående t.ex. lämpligt stamantal och omloppstid vid odling inriktad på timmerproduktion men för närvarande saknas en marknad för timmerproduktion. Fortsatta undersökningar av hur den framtida marknaden kan komma att se ut är en angelägen fråga.*

## 10.4 MARKNAD OCH EKONOMI

### 10.4.1 Etableringskostnad och ekonomi

En springande punkt för att få ett ökat intresse för odling av *Populus*-arter är att sänka etableringskostnaden. Dyra plantor och ett stort behov av hägn minskar intresset även om kalkylen kan visa ett positivt netto och en hög internränta. FoU för att få ner etableringskostnaden är en gemensam punkt för delområdena *Odlingsmaterial*, *Odlingsystem* och *Marknad och ekonomi*. De dyra anläggningskostnaderna gör t.ex. att biomassaalternativ med många plantor, tänkta för kort omloppstid på jordbruksmark, för närvarande inte är ekonomiskt intressanta. De FoU-insatser som vi ser framför oss är att ta fram och testa billigare plantor, helst ska sticklingar kunna sättas. Dessa skulle möjligen kunna planteras mekaniskt. Dessutom måste behovet av hägn för olika arter och kloner redas ut liksom att hägnet i sig kan bli billigare men ändå funktionellt.

De inledande ekonomiska beräkningarna visar att anläggning av stamtäta bestånd blir olönsamma så länge som plantkostnaderna ligger på dagens jämförelsevis höga nivå. Valet av räntefot får stor betydelse vid längre omloppstider. Beräkningarna visar också att trädplantering på åkermark kan vara ekonomiskt konkurrenskraftig med livsmedelsproduktion. Dessutom är hybridasp- och poppelodling konkurrenskraftig gentemot odling av gran. Utfallet av de ekonomiska kalkylerna styrs dock i hög grad av priserna på livsmedel, energi, massaved och sågtimmer.

*Det är viktigt att utveckla kostnadseffektiva förnygringar för att kunna få till stånd en storskalig odling av hybridasp och poppel. Det innebär kostnaderna behöver sänkas för plantor, markpreparering, plantering och hägn. En annan väg för förbättrat ekonomi är att utveckla och förädla produkterna men här blir osäkerheten större och utvecklingen styrs i hög grad av marknadskrafterna.*

#### 10.4.2 Teknik

Befintlig teknik för konventionellt skogsbruk bedöms kunna användas för poppel och hybridaspbestånd som har vanlig trädstruktur. De rot- och stubbskottbestånd som uppkommer efter skörd i kommande generationer kräver emellertid en annorlunda teknik. Vid röjning/skörd i tidig ålder skulle en skördare, typ *Salix*-skördare, vara lämplig om den går att använda för skörd i bestånd där träden inte står i rader. Här krävs ett utvecklingsarbete så att denna typ av skörd och transport blir funktionell. En eventuell stubbskörd kan sannolikt utnyttja den teknik som finns till hands i dag, men man bör undersöka detta närmare.

*Den stora utmaningen på tekniksidan blir att utveckla system för skörd och transport av biomassa från stamtäta bestånd då konventionell teknik för avverkning av träd till stor del kan användas.*

#### 10.4.3 Marknad

En marknad med goda och stabila möjligheter att avsätta biomassa och virke gör att fler markägare vågar satsa på nya och ovanliga trädslag. I och med utvecklingen av bibränslemarknaden kan en grundplåt för ekonomin sägas ha utvecklats för både poppel och hybridasp. Möjligheterna att krydda denna basavsättning är emellertid väsentliga för att *Populus* ska bli storskaligt intressant och s.a.s. sticka ut som attraktiva odlingssystem. Det handlar om högkvalitativt sågvirke, utvecklingen på bränslesidan, och möjligheterna att utvinna kemiska produkter. Sedan tidigare finns sortimenten massaved och tändsticksvirke för asp och därmed även för hybridasp. I dag särskiljs även energived och flis på avverkningsplatsen men möjligheterna att använda *Populus* till flytande bränslen (FoU på poppel pågår t.ex. i USA och Tyskland), bränsleceller och för kemiska produkter (FoU pågår t.ex. i Spanien för poppel) kan öppna nya möjligheter. Intresset för att ta fram nya sågbara sortiment finns inom landets gränser och provsågningar har nyligen genomförts. Här är det intressant att se vad kvalitetshöjande åtgärder såsom stamkvistning kan bidra med, samt vilka möjligheter det finns att renodla specifika virkesegenskaper.

*Utvecklingen på bibränslesidan, innefattande olika bibränslesortiment, flytande bränslen m.m., kommer troligen att vara basen vid odling av snabbväxande lövträd. Denna kan kompletteras med annan förädling av virke såsom sågråvara och kemiska produkter. En satsning på bred front torde vara gynnsam för poppel och hybridasp och för att utveckla ett stabilt marknadsläge.*

#### 10.4.4 Odlingsareal

Tillgänglig odlingsareal är avgörande för hur omfattande *Populus*-odlingen kan bli. Arealstorleken beror bl.a. av annan verksamhet och andra intressen samt av lokalernas tillgång på bl.a. vatten och näring. Ett betydande problem är att olika myndigheter betraktar odling av *Populus* på olika sätt. Energimyndigheten t.ex., ser snabbväxande plantagelika skogar som en möjlighet att öka tillgången på förnyelsebar energi, medan t.ex. Skogsstyrelsen föreslår ett antal begränsningar för denna verksamhet för att bl.a. säkra biologisk mångfald. Det framstår tydligt att den föreslagna regel som syftar till att hålla odling av främmande trädslag på ett visst avstånd (1 km) från nationalparker, reservat, biotopskydd och naturvårdsavtal kan betyda avsevärda inskränkningar. Tillsammans med satta procenttal (max 25 % och max 5 % av en fastighets areal får planteras

med främmande trädslag respektive klonat material) kommer den tillgängliga arealen att reduceras. På jordbruksmark finns ännu ingen egentlig reglering utan det är i princip fritt att odla poppel och hybridasp och där kan man dessutom få bidrag för odlingen. Det behöver redas ut vad föreslagna regler betyder för tillgänglig odlingsareal för de båda ägoslagen.

*En utredning av tillgänglig odlingsareal för Populus på jordbruks- respektive skogsmark har hög prioritet. Olika krav från andra intressen än virkesproduktion gör att bilden för närvarande är oklar.*

#### **10.4.5 Energibalanser**

Beräkningar av energibalanser har gjorts för de ekonomiskt mest lovande odlingsalternativen och jämförts med odling av spannmål och granskog. Slutsatserna från dessa beräkningar pekar på att poppel och hybridasp är de effektivaste ”energigrödorna” vi har idag ur energi- och arealeffektivitetssynpunkt. Detta är viktiga argument i de pågående klimatkussionerna och det är viktigt att följa upp beräkningarna för de odlingssystem som utvecklas kommersiellt i framtiden.

*Hybridasp- och poppelodling uppvisar hög energieffektivitet. Det är viktigt att denna faktor tas med vid utveckling av nya odlingssystem.*

### **10.5 MILJÖ, SOCIALA VÄRDEN OCH OPINION**

#### **10.5.1 Biologisk mångfald, mark och miljö**

Avgörande för bedömningen av de förväntade effekterna av en ökad odlingsareal av poppel och hybridasp på den biologiska mångfalden samt på mark och vatten, är frågan vilka vegetationstyper dessa odlingar skulle ersätta och i vilka landskapstyper de ska placeras. Generellt gäller att om odlingarna ersätter barrskog förväntas positiva effekter på den biologiska mångfalden (flora och fauna) på landskapsnivå, medan effekterna på mark och vatten troligen blir mer neutrala. Om poppelodlingar ersätter lövskog kan effekterna på den biologiska mångfalden bli negativa, medan mark och vatten antagligen inte skulle påverkas i någon större utsträckning. Om poppelodlingar ersätter konventionella jordbruksgrödor förväntas neutrala (t.ex. vall) eller positiva (t.ex. spannmål) effekter på den biologiska mångfalden, men en viss risk för negativa effekter på hydrologin föreligger, t.ex. större påfrestningar på grundvattenbildning. Generellt gäller att mindre (<ca 10 ha) odlingar som tillåts bli gamla (>ca 15 år) gynnar den biologiska mångfalden. Såsom är fallet för alla intensivodlade grödor, är det huvudsakligen ”triviala” och få sällsynta eller ”rödlistade” arter som förekommer i odlingar av poppel och hybridasp. En mosaik av odlingar med olika trädslag (hybridasp, poppel, *Salix* eller andra lövträd) samt utformning och skötselmetoder (ex. planteringsavstånd, omloppstid) har stor potential att höja många naturmiljövärden i ett landskapsperspektiv, särskilt i homogena jordbrukslandskap. Möjligheterna att binda kol i mark och gröda påverkas av många olika faktorer, exempelvis den ursprungliga markkolhalten och andra markegenskaper. Den långsiktiga kollagringen är större under odlingar av poppel och *Salix* jämfört med konventionella jordbruksgrödor, men antagligen mindre jämfört med gammal skog. När det gäller jämförelsen mellan poppel och *Salix* kan det konstateras att de generellt längre omloppstiderna för poppelodling bör gynna ökad kollagring i marken.

*Vi vet ganska väl hur vi skulle kunna utforma och sköta odlingarna för att gynna biologisk mångfald och naturmiljö, men vi saknar strukturer för att denna kunskap ska kunna påverka besluts- och planeringsprocessen vid lokala och regionala myndigheter (t.ex. länsstyrelser). Däremot finns betydande kunskapsbrister när det gäller att dels förutse hur mycket kol som kommer att bindas i mark och gröda vid odling av stora arealer med poppel och hybridasp på jordbruks- och skogsmark, och dels när det gäller betydelsen av kolbindning i mark och gröda i förhållande till kolbindning i andra processer och produkter, som exempelvis lagring av kol i träprodukter.*

### 10.5.2 Miljökvalitetsmål

Med tanke på de svenska miljökvalitetsmålen kan en ökad areal med poppel och hybridasp på åker- och skogsmark vara såväl positiv som negativ. De tre miljökvalitetsmålen *Begränsad klimatpåverkan*, *Giftfri miljö* och *Grundvatten av god kvalitet* skulle övervägande gynnas av en ökad areal med poppel och hybridasp, särskilt om bestånden ersätter odlingar av konventionella jordbruksgrödor såsom stråsäd, oljeväxter och potatis. För de tre miljökvalitetsmålen *Ett rikt odlingslandskap*, *Ett rikt växt- och djurliv* samt *God bebyggd miljö* blir effekterna av en ökad areal med poppel och hybridasp mer varierande och beror mycket på var i landskapet odlingarna placeras och hur de utformas. Här kan en viss styrning bli nödvändig för att inte riskera de positiva värdena förknippade med de tre miljökvalitetsmålen.

*Vissa miljökvalitetsmål kan påverkas negativt vid ökad Populus-odling. En viss styrning kan vara nödvändigt för att värna om målen.*

### 10.5.3 Landskapsbild och friluftsliv

Effekterna av poppel- och hybridaspplanteringar på landskapsbild och friluftsliv beror på deras utformning och användning. Odlingar med kort rotationstid och täta odlingar är mindre attraktiva och mindre tillgängliga för friluftslivet, medan äldre bestånd kan öka friluftsvärdet. Poppel och hybridasp upplevs sannolikt mer positivt än gran ur landskaps- och friluftshänseende. Plantering med poppel och hybridasp skapar ett handlingsutrymme för framtiden om ambitionen med kort rotationstid skulle överges. Odlingar på jordbruksmark kan också överföras till sin tidigare markanvändning. Bestånd med variation, brynplanteringar och placering så att de inte skymmer utsikter kan stärka landskapsvärdet. Tillgängligheten kan också förbättras med stigar och grindar genom stängsel. Odling av poppel och hybridasp måste visa samma hänsyn till kulturmiljövärdena som annan markanvändning. Djupplöjning i samband med stubb- och rottäkt samt beståndens påverkan på landskapsbilden är viktiga aspekter.

*Det saknas preferensstudier av hur allmänheten uppfattar energiskogsodlingar med poppel och hybridasp, och det vore angeläget att undersöka de sociala aspekterna innan en storskalig plantering påbörjas.*

### 10.5.4 Opinion

Poppel och hybridasp har i begränsad omfattning prövats i Sverige sedan 1930-talet. Trots hög produktion och stor tillgänglig areal av nedlagd jordbruksmark har trädslagen inte slagit igenom för storskalig plantering. Tidigare uppföljningar av planteringar och intervjuer med markägare pekar på ett svalt intresse som beror på: 1) ekonomin (höga anläggningskostnader och högre risk

kopplad till långa omloppstider jämfört med konventionellt jordbruk), 2) arrendeförhållanden (lägre intresse för mångåriga grödor på arrenderad eller utarrenderad mark), 3) marknaden (osäker avsättning), 4) landskapsbild, 5) skötsel (negativa erfarenheter från tidigare omställningsprogram) och 6) bidrag och regler (okunskap, bristande tillit till bidragens långsiktighet, ibland krånglig administration). Resultat från en enkät riktad till 600 lantbrukare med skogsmark i f.d. Skaraborgs och Västmanlands län under våren 2010 visar att intresset för plantering av hybridasp och poppel fortfarande är svagt men ökande. Motiven mot plantering var framför allt tveksamheter att plantera igen åkermark (landskapsbild och en ovilja att ta jordbruksmark ur livsmedelsproduktion), att ekonomin bedöms som tveksam och att markägarna saknar kunskap om trädslagen. De främsta motiven för plantering var hög produktion, att de kan ersätta beroendet av fossila bränslen, och att de är positiva för viltet.

*Enkätresultaten pekar på behovet av förbättrad information och rådgivning kring trädslagen, där de ekonomiska konsekvenserna är viktiga. De pekar även på behovet av att sänka anläggningskostnaden och att trygga råvarans avsättning. Bättre kunskaper om hur odlingarna påverkar landskapsbilden efterlyses också. Troligen behöver odlingarna i ett område nå över en viss "tröskel" för att intresset ska öka i större skala. Demonstrationsodlingar och ett engagemang från lokala lantbruksnätverk kan sannolikt öka insikten om grödornas potential.*

## 10.6 FORSKNINGSINSATSER UNDER DEN NÄRMASTE FRAMTIDEN

I syntesen ovan diskuteras och dras slutsatser om åtgärder som behövs på såväl kort som lång sikt för att främja en storskalig odling av *Populus*-arter. Vi lyfter här fram de åtgärder som vi bedömer är av största vikt för att komma igång och få en ökad etablering av *Populus*-bestånd som på sikt leder till en storskalig odling, vilken bl.a. torde få en signifikant betydelse för vår energiförsörjning och tillgång på virke.

För närvarande finns testat odlingsmaterial endast för de södra delarna av landet. Det är därför av största vikt att ta fram ett mer rikstäckande material av godtagbar kvalitet och det snabbaste sättet att erhålla detta är att lägga ut **klontester** över landet med material som finns tillgängligt i dag, och sedan göra ett urval utifrån testresultatet.

Föryngringsfasen har erfarenhetsmässigt visat sig vara både problematisk och en stor kostnad för hybridasp- och poppelodlingar. Vi bedömer därför att en kraftfull insats för att åstadkomma **kostnadseffektiva föryngringar** måste ingå i de inledande forskningsinsatserna. Fokus riktas på billigare plantproduktion, effektivare beståndsetablering och behovet av hägn.

Vi behöver arbeta fram **skötselmodeller** för såväl planteringar som skottföryngrade bestånd. Siktet bör vara inställt på produktionsnivåer, utfall av olika sortiment (stam, grot, stubbar), ekonomi samt teknisk utveckling.

I ett inledande paket ingår även studier av de **miljöeffekter** som en storskalig odling ger. Det gäller i första hand kolinlagring, markpåverkan och sociala hänsyn. En av de viktigaste aspekterna här är också hur den kunskap som redan finns, bl.a. utformning av odlingslandskapet för bästa acceptans, kan arbetas in i befintliga beslutsstrukturer så att den blir implementerad i praktiken.

Slutligen ser vi ett stort behov av **kommunikation** till såväl markägare, myndigheter som allmänhet av den kunskap som finns och tas fram. Den insatsen kommer att få avgörande betydelse för utvecklingen av *Populus*-odlingar.

I en eventuell satsning på *Populus*-arter rekommenderar vi att resurserna fördelas på både hybridasp och poppel. Hybridasp har en befintlig marknad utanför energisektorn, anses vara jämförelsevis klimattålig och är lätt att föryngra efter avverkning. Poppel är billigare att etablera i första generationen, betas erfarenhetsmässigt inte i samma utsträckning som hybridasp och bedöms kunna nå något högre tillväxtnivåer. Poppel innefattar dessutom en varierad skara med olika arter och hybrider. Sammantaget gör detta att vi anser att ingen art eller grupp bör prioriteras i ett initialt skede.

Ovanstående förslag på ett ”startpaket” bedöms kosta årligen i storleksordningen 8–10 miljoner SEK under en inledande femårsperiod.

## 11 Erkännanden

Projektledarna vill tacka de andra författarna som bidragit med sina respektive viktiga kunskaper, d.v.s. Pål Börjesson, Niklas Fogdestam, Mats Hannerz, Pär Ingvarsson, Håkan Rosenqvist och Lars-Göran Stener.

Vi vill också tacka den referensgrupp som bistått oss med råd och synpunkter under arbetets gång. Referensgruppen har bestått av: Anna Lundborg och Matti Parikka (Energimyndigheten), Egbert Beuker (Metla, Finland), Anders Ekstrand (Södra), Christel Gustafsson och Karin Hjerpe (Jordbruksverket), Erik Herland (Lantmännen), Marie Larsson Stern (Sveaskog), Esben Möller Madsen (Skåneskogens Utvecklings AB) och Jan-Olov Weslien (Skogforsk).

Ett varmt tack riktas också till personer som varit behjälpliga med vissa textavsnitt: Sanna Black-Samuelsson (Skogsstyrelsen), Folke Bohlin (SLU) och Ann-Christin Weibull (Naturvårdsverket).

Vi vill slutligen tacka Pär Aronsson, SLU för värdefulla kommentarer på rapporten samt alla andra som hjälpt till med viktiga fakta och synpunkter under arbetets gång.

## 12 Referenser

- Adams, K.B. & Taylor, K. 1986. Fibre analysis and energy content of branchwood from six hybrid poplar clones. IEA/ENFOR/OMNR Joint Rep. 1986:2, Kingston, Canada, pp. 191–197.
- Adler, T. 1996. Botanical cleanup crews: Using plants to tackle polluted water and soil. *Science News* 150: 42–43.
- Alriksson, B.Å. 1988. Praktikexempel – hybridasp på åkermark. *Skogen* 10/88: 26–27.
- Anderson, J.A. & Luckert, M.K. 2007. Can hybrid poplar save industrial forestry in Canada?: A financial analysis in Alberta and policy considerations. *The Forestry Chronicle* 83: 92–104.
- Andersson, L. 2007. *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*. Statens Offentliga Utredningar, SOU 2007:36, Stockholm, 455 s.
- Annerstedt, M. 2009. Vårda din skog – vårda din hälsa. SLU, Fakta Skog nr 4, 2009, Uppsala, 4 s.
- Anonymous. 2002. Poplars: a multiple-use crop for surplus arable land. Final project report from DEFRA project NF0408, part of European PAMUCEF project (EC FAIR6CT98-4193). CSG 15.
- Anonymous. 2005. *Handlingsplan för biomassa*. Europeiska Gemenskapernas Kommission, Meddelande från Kommissionen KOM (2005) 628 slutlig, Bryssel, 07.12.2005, 45 s.
- Anonymous. 2006. *På väg mot ett oljefritt Sverige*. Kommissionen mot oljeberoende, 45 s.
- Anonymous. 2007a. *Growing poplar and willow trees on farms*. National Poplar and Willow Users Group, New Zealand, 72 p.
- Anonymous. 2007b. *Europeiska rådet i Bryssel den 8–9 mars 2007 – Ordförandeskapets slutsatser*. EU, 7224/1/07 REV 1, Bryssel, 24 s.
- Anonymous 2008. *Poplars, willows and people's wellbeing. Synthesis of country progress reports*. International Poplar Commission, 23rd session Beijing, China, 26–30 October 2008. Working Paper IPC/6E, FAO, Rome, 65 p.
- Aronsson, P. 2000. *Nitrogen retention in vegetation filters of short-rotation willow coppice*. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. Silvestria 161. 39 p.
- Aronsson, P. & Perttu, K. 2001. Willow vegetation filters for wastewater treatment and soil remediation combined with biomass production. *The Forestry Chronicle* 77: 239–299.
- Aronsson, P.G., Bergström, L.F. & Elowson, S.N.E. 2000. Long-term influence of intensively cultured short-rotation willow coppice on nitrogen concentrations in groundwater. *Journal of Environmental Management* 58: 135–145.
- Aronsson, P., Dahlin, T. & Dimitriou, I. 2010. Treatment of landfill leachate by irrigation of willow coppice – Plant response and treatment efficiency. *Environmental Pollution* 158: 795–804.
- ATL. 2010. Nytt skärbord för salix klarar grova stammar. *ATL* 76/2010 (21 okt. 2010).
- Augustson, A., Lind, A. & Weih, M. 2006. Floristik mångfald i *Salix*-odlingar. *Svensk Botanisk Tidskrift* 100: 52–58.
- Bastien, C. 2009. Poplar breeding strategies and poplar-rust interactions (*Melampsora larici-populina*). SAMBA workshop: Willow and poplar breeding: From ecology to molecular genetics, Uppsala, Sweden, Nov. 19 2009.



([http://vaxt.vbsg.slu.se/samba-webb/docs/SAMBA\\_workshop\\_19\\_Nov\\_Abstracts.pdf](http://vaxt.vbsg.slu.se/samba-webb/docs/SAMBA_workshop_19_Nov_Abstracts.pdf))

- Baum, S., Weih, M., Busch, G., Kroiher, F. & Bolte, A. 2009a. The impact of Short Rotation Coppice plantations on phytodiversity. *Landbauforschung (Volkenrode) / vTI Agriculture and Forestry Research* 59: 163–170.
- Baum, C., Leinweber, P., Weih, M., Lamersdorf, N. & Dimitriou, I. 2009b. Effects of short rotation coppice with willows and poplar on soil ecology. *Landbauforschung (Volkenrode) / vTI Agriculture and Forestry Research* 59: 183–196.
- Bergkvist, I., Lundmark, T., Rytter, L. & Thor, M. 2006. Uttag av biobränslen i ungskog – slutrapport 2006 för projekten P22187 och P22189. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 611, Uppsala, 17 s.
- Bergström, L. & Johansson, R. 1992. Influence of fertilized short-rotation forest plantations on nitrogen concentrations in groundwater. *Soil Use and Management* 8: 36–40.
- Berlin, S., Lagercrantz, U., von Arnold, S., Öst, T. & Rönnerberg-Wästljung, A.C. 2010. High density linkage mapping and evolution of paralogs and orthologs in *Salix* and *Populus*. *BMC Genomics* 11: 129.
- Berthelot, A. 2004. *La culture du peuplier en France: une forêt très particulière*. AFOCEL Nord-Est, F-21170 Charrey-sur-Saône.  
[http://www.rlq.uqam.ca/acfas2004/presentation/Alain\\_berthelot.pdf](http://www.rlq.uqam.ca/acfas2004/presentation/Alain_berthelot.pdf)
- Berthelot, A. 2008. Poplar breeding activities at GIS “Peuplier” in France. TREEBREEDING, INRA-Orléans, 18–19 sep. 2008.
- Berthelot, A., Augustin, S., Godin, J. & Decocq, G. 2005. Biodiversity in poplar plantations in the Picardie region of France. *Unasylva* 221(56): 18–19.
- Bittsánszky, A., Gyulai, G., Gullner, G., Kiss, J., Szabo, Z., Kátay, G., Heszky, L. & Kömives, T. 2009. In vitro breeding of grey poplar (*Populus × canescens*) for phytoremediation purposes. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 84: 890–894.
- Blomquist, A. 2006. Uppföljning av plantering på nedlagd åkermark i Skåne 1991–1996. SLU, Inst. för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 76, Alnarp, 47 s.
- Borgman, T. 2005. Poppelodling – i gränslandet mellan jord- och skogsbruk. *Jordbruksaktuellt* 2005-09-14.
- Borgman, T. 2009. Gapro slår ett slag för aspen. *Skogsaktuellt* 10/2009: 4.
- Börjesson, P. 2006. Energianalys av produktion av vete, poppel och gran på åkermark i södra Sverige. SLU, Inst. f. växtproduktionsekologi, Rapport Nr 3, Uppsala, s. 42–46.
- Börjesson P. 2007. Produktionsförutsättningar för biobränslen inom svenskt jordbruk. I: *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*. Bilagedel, Statens Offentliga Utredningar, SOU 2007:36, Stockholm, 125 s.
- Börjesson, P. & Tufvesson, L.M. 2011. Agricultural crop-based biofuels – resource efficiency and environmental performance including direct land use changes. *Journal of Cleaner Production* 19: 108–120.
- Börjesson, P., Tufvesson, L. & Lantz, M. 2010. Livscykelanalys av svenska biodrivmedel. Rapport 70, Miljö- och energisystem, Lunds Tekniska Högskola, Lund, 78 s.
- Børset, O. & Langhammer, A. 1966. Et 10-årig plantefelt av *Populus trichocarpa* (Hook) i Ås. Det Norske Skogforsøksvesen, Vollebeck. *Meddelser fra det Norske Skogforsøksvesen* 85(23): 45–65.

- Bowman, U. & Turnbull, J. 1997. Integrated biomass energy systems and emission of carbon dioxide. *Biomass and Bioenergy* 13: 333–343.
- Braatne, J.H., Rood, S.B. & Heilman, P.E. 1996. In *Biology of Populus and its implications for management and conservation*. Part I, Chapter 3. (eds., Stettler, R.F. Bradshaw, H.D., Heilman, P.E. Jr. & Hinckley, T.M.). NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON, Canada, pp. 57–85.
- Breen, A.L., Glenn, E., Yeager, A. & Olson, M.S. 2009. Nucleotide diversity among natural populations of a North American poplar (*Populus balsamifera*, *Salicaceae*). *New Phytologist* 182: 763–773.
- Britt, C.P., Fowbert, J. & McMillan, S.D. 2007. The ground flora and invertebrate fauna of hybrid poplar plantations: results of ecological monitoring in the PAMUCEAF project. *Aspects of Applied Biology* 82: 83–90.
- Brunberg T. 2005. Standardiserad bränslemätning för skotare och skördare. Resultat Nr 10, Skogforsk, Uppsala, 4 s.
- Brunberg, T. 2010. Skogsbrukets kostnader och intäkter 2009 – ökade drivningskostnader och lägre virkespriser. Skogforsk, Resultat Nr 7, Uppsala, 2 s.
- Brunberg, T. & Lundström, H. 2010. Rätt maskinval i gallring – studie vid SCA Skog. Skogforsk, Resultat Nr 6, Uppsala, 4 s.
- Busch, G. 2009. The impact of Short Rotation Coppice cultivation on groundwater recharge – a spatial (planning) perspective. *Landbauforschung (Volkenrode) / vTI Agriculture and Forestry Research* 59: 207–222.
- Bush, M., Plett, J.M., McPhee, D.P., Vitez, R., O'Malley, B., Sharma, V., Bosnich, W., Séguin, A., MacKay, J., Regan, S. & Harrison, E.J. 2007. Diverse developmental mutants revealed in an activation-tagged population of poplar. *Canadian Journal of Botany* 85: 1071–1081.
- Carle, J. & Ma, Q. 2005. Challenges of translating science into practice: poplars and other species in the Three North Region of China. *Unasylva* 221: 31–37.
- Castro, G. & Fragnelli, G. 2006. New technologies and alternative uses for poplar wood. C.R.A. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura. *Boletín del CIDEU* 2: 27–36.
- Christersson, L. 2006. Using up-to-date physiological knowledge for increasing biomass production in forestry. National and international aspects. SLU, Dep. Crop Production Ecology, Report No. 4, Uppsala, pp. 5–20.
- Christersson, L. 2008. Poplar plantations for paper and energy in the south of Sweden. *Biomass and Bioenergy* 32: 997–1000.
- Coleman, M.D. & Stanturf, J.A. 2006. Biomass feedstock production systems: Economic and environmental benefits. *Biomass and Bioenergy* 30: 693–695.
- Copony, J.A. & Barnes, B.V. 1974. Clonal variation in the incidence of *Hypoxylon* canker on trembling aspen. *Canadian Journal of Botany* 52: 1475–1481.
- DeBell, D.S., Singleton, R., Harrington, C.A. & Gartner, B.L. 2002. Wood density and fiber length in young *Populus* stems: relation to clone, age, growth rate, and pruning. *Wood and Fiber Science* 34: 529–539.
- De Cuyper, B. 2008. Poplar breeding program in Flanders, Belgium. TREEBREEDDEX, INRA Orléans, 18–19 Sept 2008.
- Delplanque, A. 1998. *Les insectes associés aux peupliers*. Ed. Memor, Bruxelles, 350 p.
- De Vries, S.M.G. 2008. Breeding and selection of poplar in Netherlands. TREEBREEDDEX, INRA-Orléans, 18–19 Sept. 2008.

- De Wit, M. & Faaij, A. 2010. European biomass resource potential and costs. *Biomass and Bioenergy* 34: 188–202.
- Dickmann, D.I. & Kuzovkina, J. 2008. *Poplars and willows of the world, with emphasis on silviculturally important species*. Working Paper IPC/9-2, Forestry Department, FAO, Rome, Italy, 134 p.
- Dimitriou, I., Busch, G., Jacobs, S., Schmidt-Walter, P. & Lamersdorf, N. 2009. A review of the impacts of Short Rotation Coppice cultivation on water issues. *Landbauforschung (Volkenrode) / vTI Agriculture and Forestry Research* 59: 197–206.
- Dode, L.A. 1905. Extraits d'une monographie interdite du genre *Populus*. *Mem. Soc. His. Nat. Autun*. 18, 73 p.
- DTI. 2006. The effects on flora and fauna of converting grassland to Short Rotation Coppice (SRC). (<http://www.berr.gov.uk/files/file29233.pdf>)
- Einspahr, D.W. 1984. Production and utilization of triploid hybrid aspen. *Iowa State Journal of Research* 58: 401–409.
- Elfving, B. 1986a. Odlingsvärdet av björk, asp och al på nedlagd jordbruksmark i Sydsvrige. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 31–41.
- Elfving, B. 1986b. Ett försök med åkerplantering av hybridasp och gran nära Sundsvall. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 5/86: 43–45.
- Elfving, B. 2009. En plantering med poppel, björk och gran på nedlagd jordbruksmark vid Umeå. SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Rapport 5, Umeå, 21 s.
- Energimyndigheten. 2009a. *Energiläget 2009*. Energimyndigheten, Rapport ET 2009:28, Eskilstuna, 155 s.
- Energimyndigheten. 2009b. Prisblad för biobränslen, torv m.m. Nr 4/2009. Energimyndigheten, Eskilstuna, 2 s.
- Ericsson, K., Rosenqvist, H. & Nilsson, L.J. 2009. Energy crop production costs in the EU. *Biomass and Bioenergy* 33: 1577–1586.
- Eriksson, G., Gullberg, U. & Kang, H. 1984. Breeding strategy for short rotation woody species. In: *Ecology and management of forest biomass production systems* (ed., Perttu, K.), Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Ecology and Environmental Research, Report 15, Uppsala, pp. 199–216.
- Eriksson, L. 1991. *Ekonomi vid åkermarksplantering*. SLU, Inst.f. Skog-Industri-Marknad Studier (SIMS), Rapport Nr 17, Uppsala, 141 s.
- Eriksson, L. & Gustavsson, L. 2010. Comparative analysis of wood chips and bundles – Costs, carbon dioxide emissions, dry-matter losses and allergic reactions. *Biomass and Bioenergy* 34: 82–90.
- European Communities. 2003. Council regulation (EC) No 1782/2003. *Official Journal of the European Union* L270: 1–69.
- Fahlbeck, E. 2006. Jordbrukets framtida subventioner? SLU, Inst. f. växtproduktionsekologi, Rapport Nr 3, Uppsala, s. 68–69.
- Fairweather, J. R. 1992. *A tree model for Hawkes Bay farmer's tree planting decisions*. Lincoln University, Agribusiness & Economics Research Unit, Research report No. 215, Canterbury, NZ. 51 p.
- Falk, M. 2008. Tyst. Grön. Effektiv. Drivs framtidens bil med el från poppelplantager? *SkogsVärden* 2/2008: 6–7.
- Farmer, R.E. Jr. 1996. The genecology of *Populus*. In *Biology of Populus and its implications for management and conservation*. Part I, Chapter 2. (eds., Stettler, R.F.

- Bradshaw, H.D., Heilman, P.E. Jr. & Hinckley, T.M), NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON, Canada., pp. 33–55.
- Fernandez, M.P., Breuil, C. & Watson, P.A. 2002. Natural clonal variation of wood extractives in *Populus tremuloides*. *Canadian Journal of Forest Research* 32: 1192–1199.
- Flåte, P.O. & Eikenes, B. 2000. Osp som byggemateriale. Rapport fra skogforskningen 6/00, NISK och NLH, Ås, pp. 1–27.
- Fladung, M. & Kumar, S. 2002. Gene stability in transgenic aspen-*Populus*. III. T-DNA repeats influence transgene expression differentially among different transgenic lines. *Plant Biology* 4: 329–338.
- Fladung, M., Muhs, H.-J. & Ahuja, M.R. 1996. Morphological changes in transgenic *Populus* carrying the rolC gene from *Agrobacterium rhizogenes*. *Silvae Genetica* 45: 349–354.
- Fogdestam, N. 2010. Studier av Biotassu Griptilt S35 i gallring. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 720, Uppsala, 11 s.
- Francis, R.C., Hanna, R.B., Shin, S.-J., Brown, A.F. & Riemenschneider, D.E. 2006. Papermaking characteristics of three *Populus* clones grown in the north-central United States. *Biomass and Bioenergy* 30: 803–808.
- Frank, J. 1994. Effekter på jordforsuringen av mer lauvtrær i skogene i Sør-Norge. *Aktuelt fra Skogforsk* 4-94, NISK, Ås, pp. 75–93.
- Frivold, L.H. (ed.) 1988. *Osp i Husbyggingen*. Norges Landbrukshøgskole, Ås, 26 p.
- Fry, D. & Slater, F. 2009. *The biodiversity of short rotation willow coppice in the Welsh landscape*. A report to the Institute of Biological Environment and Rural Sciences, Aberystwyth University for EU project *Willows for Wales*, 154 p. Online: <http://www.willow4wales.co.uk/>.
- Garten Jr., C.T. 2002. Soil carbon storage beneath recently established tree plantations in Tennessee and South Carolina, USA. *Biomass and Bioenergy* 23: 93–102.
- Gasol, C.M., Gabarrell, X., Anton, A., Rigola, M., Carrasco, J., Ciria, P. & Rieradevall, J. 2009. LCA of poplar bioenergy system compared with *Brassica carinata* energy crop and natural gas in regional scenario. *Biomass and Bioenergy* 33: 119–129.
- Geyer, W.A. 1981. Growth, yield, and woody biomass characteristics of seven short-rotation hardwoods. *Wood Science* 13: 209–215.
- Grelle, A., Aronsson, P., Weslien, P., Klemendtsen, L. & Lindroth, A. 2007. Large carbon-sink potential by Kyoto forests in Sweden – A case study on willow plantations. *Tellus Series B – Chemical and Physical Meteorology* 59: 910–918.
- Grogan, M. & Matthews, R. 2002. A modelling analysis of the potential for soil carbon sequestration under short rotation coppice willow bioenergy plantations. *Soil Use and Management* 18: 175–183.
- Grosser, D. 2006. Das Holz der Pappeln – Eigenschaften und Verwendung. *LWF – Wissen* 52: 56–61.
- Gruß, H. & Schulz, U. 2008. Entwicklung der Brutvogelfauna auf einer Energieholzfläche über den Zeitraum von 13 Jahren. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 40(2): 75–82.
- Guidi, W., Tozzini, C. & Bonari, E. 2009. Estimation of chemical traits in poplar short-rotation coppice at stand level. *Biomass and Bioenergy* 33: 1703–1709.
- Guo, L.B. & Gifford, R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology* 8: 345–360.
- Gustafsson, L., Dahlberg, A., Green, M., Henningsson, S., Hägerhäll, C., Larsson, A., Lindelöw, Å., Lindhagen, A., Lundh, G., Ode, Å., Strengbom, J., Ranius, T.,

- Sandström, J., Svensson, R. & Widenfalk, O. 2009. *Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald*. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Rapport, Uppsala, 208 s.
- Gwyther, L.E. 2006. Spreading agroforestry for sustainability: A comparative view of Shandong and Sichuan Provinces. *Journal of Forestry* 104: 324–327.
- Gyulai, G., Huphreys, M., Bittsanzy, A., Skot, K., Kiss, J., Sko, L., Gullner, G., Heywood, S., Szabo, Z., Lovatt, A., Radimiszky, L., Roderick, H., Rennenberg, H., Abberton, M., Komives, T. & Heszky, L. 2005. AFLP analysis and improved phytoextraction capacity of transgenic gshI-poplar clones (*Populus ×canescens* L.) for copper in vitro. *Zeitschrift für Naturforschung* 60: 300–306.
- Hannerz, M. & Bohlin, F. 2010. Markägares attityder till plantering av poppel, hybridasp och *Salix* som energigrödor – en enkätundersökning. SLU, Institutionen för skogens produkter. (Rapport under bearbetning).
- Heilman, P.E., Stettler, R.F., Hanley, D.P. & Carkner, R.W. 1995. *High yield poplar plantations in the Pacific Northwest*. PNW Extension Bulletin No. 356, Revised Edition, WSU Coop. Extension, Pullman, WA, 42 p.
- Heimbürger, C. 1936. Report on poplar hybridization. *The Forestry Chronicle* 12: 285–290.
- Helby, P., Rosenqvist, H. & Roos, A. 2006. Retreat from *Salix* – Swedish experience with energy crops in the 1990s. *Biomass and Bioenergy* 30: 422–427.
- Henry, A. 1914. Note on *Populus generosa*. *Gardeners' Chronicle* 12: 285–290.
- Henry, C.L. 1991. Nitrogen dynamics of pulp and paper sludge to forest soils. *Water Science and Technology* 24: 417–425.
- Heräjärvi, H. 2009. Effect of drying technology on aspen wood properties. *Silva Fennica* 43: 433–445.
- Heräjärvi, H. & Junkkonen, R. 2006. Wood density and growth rate of European and hybrid aspen in southern Finland. *Baltic Forestry* 12: 2–8.
- Hillman, D.C. 2002. Single-species pulping: The world's preferred market pulps. *Solutions!* 85(11): 27–30.
- Hörnsten, L. 2000. Outdoor recreation in Swedish forests – implications for society and forestry. Diss., *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria* 169, SLU, Uppsala, 29 p.
- Houtzagers, G. 1937. Het Geslacht *Populus* in verband met zijn Beteekenis voor de Houtteelt. Veeman & Zonen, Wageningen, Nederlanderna, 291 p.
- Hugosson, T. 2004. *Hybridasp på åkermark – hur gick det?* SLU, Inst. f. bioenergi, Examensarbeten Nr 5 2004, Uppsala, 62 s.
- Hultåker, O. 2006. Val av drivningssystem. SLU, Inst. f. växtproduktionsekologi, Rapport Nr 3, Uppsala, s. 70–72.
- Ilstedt, B. 1996. Genetics and performance of Belgian poplar clones tested in Sweden. *Forest Genetics* 3: 183–195.
- Ilstedt, B. 2006. Anpassning av *Populus trichocarpa*, jättepoppel, till svenskt klimat. SLU, Inst. f. växtproduktionsekologi, Rapport Nr 3, Uppsala, s. 47–50.
- Ilstedt, B. & Gullberg, U. 1993. Genetic variation in a 26-year old hybrid aspen trial in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 185–192.
- Ingvarsson, P.K. 2005. Nucleotide polymorphism and linkage disequilibrium within and among natural populations of European aspen (*Populus tremula* L., *Salicaceae*). *Genetics* 169: 945–953.

- Ingvarsson, P.K. 2008. Multilocus patterns of nucleotide polymorphism and the demographic history of *Populus tremula*. *Genetics* 180: 329–340.
- Ingvarsson, P.K., Garcia, M.V., Luquez, V., Hall, D. & Jansson, S. 2008. Nucleotide polymorphism and phenotypic associations within and around the phytochrome B2 locus in European aspen (*Populus tremula*, *Salicaceae*). *Genetics* 178: 2217–2226.
- Isebrands, J.D. 2007. *Best management practices poplar manual for agroforestry applications in Minnesota*. Environmental Consultants, LLC, New London, WI, 56 p.
- Iwarsson Wide, M. 2009. Klenträdsaggregat för skogsbränsle – en marknadsöversikt. Skogforsk, Resultat Nr 3, Uppsala, 4 s.
- Jacometti, G. 1933. *Istituzione per il Miglioramento di Pioppo*. Torino S.A.F. Publ., Rom, Italien, 32 p.
- Jakobsen, B. 1976. Hybridasp (*Populus tremula* L. × *Populus tremuloides* Michx.). *Det Forstlige Forsøgsvæsen i Danmark* 34: 317–338.
- Johansson, T. 2010. Överlevnad och tillväxt i planteringar av träd på f.d. åkermark: studier i tjugo till femtio år gamla planteringar. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik, Rapport nr. 027, Uppsala, 126 s.
- Johnsson, H. 1953. Hybridaspens ungdomsutveckling och ett försök till framtidsprognos. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 51: 73–96.
- Johnsson, H. 1976. Das Produktionspotential der Hybridaspe (*Populus tremula* × *tremuloides*) in Südschweden. *Die Holzzucht* 11/76: 19–22.
- Jonsson, V. 2008. Skogsbrukets erfarenheter av poppel, *Populus* sp., i Skåne. SLU, Inst. f. sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbeten nr 109, Alnarp, 74 s.
- Jorge, V., Dowkiw, A., Faivre-Rampant, P., Bastien, C. 2005. Genetic architecture of qualitative and quantitative *Melampsora larici-populina* leaf rust resistance in hybrid poplar: genetic mapping and QTL detection. *New Phytologist* 167: 113–127.
- Jordbruksverket 2008. *Minska jordbrukets klimatpåverkan!* Jordbruksverket, Rapport 2008:11, Jönköping, 104 s.
- Jordbruksverket 2009. *Jordbruk, bioenergi och miljö*. Jordbruksverket, Rapport 2009:22, Jönköping, 83 s.
- Jug, A., Hofmann-Schielle, C., Makeschin, F. & Rehfuess, K.E. 1999. Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. II. Nutritional status and bioelement export by harvested shoot axes. *Forest Ecology and Management* 121: 67–83.
- Kahle, P., Baum, C. & Boelcke, B. 2005. Effect of afforestation on soil properties and mycorrhizal formation. *Pedosphere* 15: 754–760.
- Kahle, P., Hildebrand, E., Baum, C. & Boelcke, B. 2007. Long-term effects of short rotation forestry with willows and poplar on soil properties. *Archives of Agronomy and Soil Science* 53: 673–682.
- Karačić, A. 2005. Production and ecological aspects of short rotation poplars in Sweden. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Doctorial Thesis No. 2005:13 (Diss.), Uppsala, 42 pp.
- Karačić, A., Verwijst, T. & Weih, M. 2003. Above-ground woody biomass production of short-rotation *Populus* plantations on agricultural land in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 427–437.
- Karlsson, P. & Sylvén, O. 2006. Skogsmaskiners bränsleförbrukning. SLU, Inst. för skogens produkter och marknader, Examensarbete Nr 65, Uppsala, 19 s.



- Kenney, W.A., Sennerby-Forsee, L. & Layton, P. 1990. A review of biomass quality research relevant to the use of poplar and willow for energy conversion. *Biomass* 21: 163–188.
- Kishwan, J. & Kumar, D. 2003. Future of poplar in India. Paper presented in First International Conference on *Future of Poplar Culture*, organized by National Poplar Commission of Italy & FAO, Rome, November 13–15, 2003, 8 p.
- Knudson, R., Lindenbach-Gibson, R., Chesley, K., Ens, P., Wallace, J., Wang, B., Williams, D. & Chen, L. 2007. Evaluation of Canadian prairie-grown hybrid poplar for high value solid wood products. In: *International Scientific Conference on Hardwood Processing*, Québec City, September 24–26, 2007, pp. 303–309.
- Laipio, M. 1997. Galerie Fine starts a renaissance in aspen use – Metsä-Serla's new paper saves users money. *Finnish Business Report* 6-97: 26–27
- Langhammer, A. 1973. Et forsøk med hybridosp i Norge. *Meldinger fra Norges Landbruks-høgskole* 52(9): 1–36.
- Langhammer, A. 1974. Ungdomsvekst og utvikling hos kloner av amerikansk balsampoppel under forskjellige klimaforhold i Norge. *Meldinger fra Norges Landbruks-høgskole* 53 (28): 1–47.
- Larsson, S. 1998. Genetic improvement of willow for short-rotation coppice. *Biomass and Bioenergy* 15: 23–26.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. *Möjligheter till intensivodling av skog*. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885, SLU, 136 s.
- Li, H.-L. 1996. *Shade and Ornamental Trees: Their Origins and History*. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, USA, 282 p.
- Libäck, K. 1988. Ekonomisk jämförelse av olika trädslag. *Skogen* 6–7: 13.
- Liesebach, M., von Wuehlisch, G. & Muhs, H.-J. 1999. Aspen for short-rotation coppice plantations on agricultural sites in Germany: Effects of spacing and rotation time on growth and biomass production of aspen progenies. *Forest Ecology and Management* 121: 25–39.
- Lindhagen, A. 2009. Friluftsliv. I *Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald* (eds., Gustafsson, L. m.fl.). Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Uppsala, s. 50–58.
- Lindroth, A., Klemendsson, L., Grelle, A., Weslien, P. & Langvall, O. 2008. Measurement of net ecosystem exchange, productivity and respiration in three spruce forests in Sweden shows unexpectedly large soil carbon losses. *Biogeochemistry* 89: 43–60.
- Lindroth, A., Lagergren, F., Grelle, A., Klemendsson, L., Langvall, O., Weslien, P. & Tuulik, J. 2009. Storms can cause Europe-wide reduction in forest carbon sink. *Global Change Biology* 15: 346–355.
- LRF. 2009. Nio av tio är skogstokiga. Enkätundersökning av svenska folkets inställning till skog och skogsbruk. LRF 2009-03-26. Online: [www.lrf.se](http://www.lrf.se).
- Lundh, A. 2010. Nytt flisningssystem kan bli vinstlott för skogsägare. *Skogsaktuellt* nr 1/2010: 12.
- Lundh, G. 2009. Kulturarv. I *Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald* (eds., Gustafsson, L. m.fl.). Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Uppsala, s. 33–49.
- LWF. 2005. Anbau von Energiewäldern. Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. LWF, Merkblatt 19, Freising, 4 p.
- Makeschin, F. 1994. Effects of energy forestry on soils. *Biomass and Bioenergy* 6: 63–79.

- Makeschin, F., Rehfuess, K.E., Rüsche, I. & Schörry, R. 1989. Anbau von Pappeln und Weiden im Kurzumtrieb auf ehemaligem Acker: Standortliche Voraussetzungen Nährstoffversorgung, Wuchsleistung und bodenökologische Auswirkungen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 108: 125–143.
- Marchadier, H. & Sigaud, P. 2005. Poplars in biotechnology research. *Unasylva* 221: 38–39.
- Marron, N., Villar, M., Dreyer, E., Delay, D., Boudouresque, E., Petit, J.-M., Delmotte, F.M., Guehl, J.-M. Brignolas, F. 2005. Diversity of leaf traits related to productivity in 31 *Populus deltoides* × *P. nigra* clones. *Tree Physiology* 25: 425–435.
- Meiresonne, L., De Shrijver, A. & De Vos, B. 2007. Nutrient cycling in a poplar plantation (*Populus trichocarpa* × *Populus deltoides* 'Beaupré') on former agricultural land in northern Belgium. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 141–155.
- Miljömålsrådet. 2010. *Miljömålen – svensk konsumtion och global miljöpåverkan, de Facto 2010*. Miljömålsrådet, Stockholm, 92 s.
- Mitchell, C.P. 1995. New cultural treatments and yield optimization. *Biomass and Bioenergy* 9: 11–34.
- Mola-Yudego, B. & Aronsson, P. 2008. Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass and Bioenergy* 32: 829–837.
- Mola-Yudego, B. & González-Olabarria, J.R. 2010. Mapping the expansion and distribution of willow plantations for bioenergy in Sweden: Lessons to be learned about the spread of energy crops. *Biomass and Bioenergy* 34: 442–448.
- Naturvårdsverket. 1999. *Begränsad klimatpåverkan*. Naturvårdsverket, Rapport 5003, Stockholm, 24 s.
- Naturvårdsverket. 2003. *Begränsad klimatpåverkan – underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Naturvårdsverket, Rapport 5316, Stockholm, 124 s.
- Nilsson, C. 2009. *Växtskydd i uthållig odling – effekter på avkastningsnivå, energiförbrukning och miljö*. Naturvårdsverket, Rapport 5921, Stockholm, 62 s.
- Nilsson-Ehle, H. 1936. Über eine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula*. *Hereditas* 21: 379–382.
- Norin, K. & Tosterud, A. 2009. Enkät visar att skogsägare är positiva till grotuttag. Skogforsk, Resultat Nr 20, Uppsala, 2 s.
- Novaes, E., Osorio, L., Drost, D.R., Miles, B.L., Boaventura-Novaes, C.R.D., Benedict, C., Dervinis, C., Yu, Q., Sykes, R., Davis, M., Martin, T.A., Peter, G.F. & Kirst, K. 2009. Quantitative genetic analysis of biomass and wood chemistry of *Populus* under different nitrogen levels. *New Phytologist* 182: 878–890.
- Nurmi, J. 1991. Heating values of whole-tree components. Danish Forest and Landscape Res. Inst., Res. Rep. 10, pp. 78–92.
- Nurmi, J. 1993. Heating values of the above ground biomass of small-sized trees. *Acta Forestalia Fennica* 236: 1–30.
- Ode, Å. & Hägerhäll, C. 2009. Landskapsbild. I *Konsekvenser för kulturarv, friluftsliv, landskapsbild och biologisk mångfald* (eds., Gustafsson, L. m.fl.), Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, Uppsala, s. 59–74.
- Ostelius, M.P. 2010a. Skogsland först med jämförbara grotpriser. *Skogsland* 38/2010: 6–7.
- Ostelius, M.P. 2010b. Ett gemensamt mått skulle vara modellen för skogsägarna. *Skogsland* 38/2010: 7.
- Ostry, M.E. & Berguson, W.E. 1993. Selecting hybrid poplars to reduce disease risk may also reduce biomass yield. *Tree Planters' Notes* 44: 128–131.



- Pardos, J.A. 2009. *Forestry in Spain: Sustainable management and protection*. Spanish Royal Academy of Engineering, CAETS 2009 Calgary, July 15, 2009.
- Paulrud, S. & Laitila, T. 2007. *Lantbrukarnas attityder till odling av energigrödor – värderingsstudie med choice experiment*. IVL, Rapport 1746, Göteborg, 57 s.
- Persson, A. 1973. Ett försök med snabbväxande *Populus*-arter. Skogshögskolan, Inst. f. skogsproduktion, Rapporter och Uppsatser Nr 27: 1–34.
- Persson, G. 1995. *Water balance of willow stands in Sweden. Field studies and model applications*. PhD thesis, SLU, Department of Soil Sciences, Reports and Dissertations 20, Uppsala, 27 p.
- Rae, A.M., Pinel, M.P.C., Bastien, C., Sabatti, M., Street, N.R., Tucker, J., Dixon, C., Marron, N., Dillen, S.Y. & Taylor, G. 2008. QTL for yield in bioenergy *Populus*: identifying G×E interactions from growth at three contrasting sites. *Tree Genetics and Genomes* 4: 97–112.
- Rämö, A.-K., Järvinen, E., Latvala, T., Toivonen, R. & Silvennoinen, H. 2009. Interest in energy wood and energy crop production among Finnish non-industrial private forest owners. *Biomass and Bioenergy* 33: 1251–1257.
- Ranua, J. 2002. Industrial use of aspen fibres. In: *Aspen in Papermaking* (eds., Pulkkinen, P., Tigerstedt, P.M.A. & Viirros, R.), University of Helsinki, Dept. Applied Biology, Publications 5, pp. 1–4.
- Redei, K. 2000. Early performance of promising white poplar (*Populus alba*) clones in sandy ridges between the rivers Danube and Tisza in Hungary. *Forestry* 73: 407–413.
- Regeringskansliet. 2007. *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*. Statens offentliga utredningar SOU 2007:36, Stockholm, 492 s.
- Regeringskansliet. 2009. Klimat- och energipolitik för en hållbar framtid. Informationsblad om propositionerna 2008/09:162 och 163. Regeringskansliet, Miljödepartementet och Näringsdepartementet, Stockholm, 4 s.
- Richardson, J., Cooke, E.K., Isebrands, J.G., Thomas, B.R. & Van Rees, K.C.J. 2007. Poplar research in Canada – a historical perspective with a view to the future. *Canadian Journal of Botany* 85: 1136–1146.
- Riddell-Black, D. 1998. Development of a water industry manual for biosolids use in short rotation forestry. *Biomass and Bioenergy* 15: 101–107.
- Riemenschneider, D.E., Stanton, B.J., Vallé, G. and Périnet, P. 2001. Poplar breeding strategies. Part A, Chapter 2. In *Poplar culture in North America* (eds., Dickmann, D.I., Isebrands, G.J., Eckenwalder, J.E. & Richardson J.), NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON K1A 0R6, Canada, pp. 43–76.
- Rode, M. 2005. Energetische Nutzung von Biomasse und der Naturschutz. *Natur und Landschaft* 80: 403–412.
- Rolfsson, H. 2009. Skogsägaren behöver lika mätning av flis – Varför finns det inte en gemensam standard för flismätning? *ATL* 85/2009 (24 nov.): 10–11.
- Rolfsson, H. 2010. Skogsbränsle ska mätas i ton. *ATL* 77/2010 (26 okt.): 11.
- Rönnerberg-Wästljung, A.R., Samils, B., Tsarouhas, V. & Gullberg, U. 2008. Resistance to *Melampsora larici-epitea* leaf rust in *Salix*: analyses of quantitative trait loci. *Journal of Applied genetics* 49: 321–331.
- Rosenqvist, H. 1997. Salixodling – Kalkylmetoder och lönsamhet. Diss., *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria* 24, SLU, Uppsala, 241 s.
- Rytter, L. 2002. Nutrient content in stems of hybrid aspen as affected by tree age and tree size, and nutrient removal with harvest. *Biomass and Bioenergy* 23: 13–25.

- Rytter, L. 2004. *Produktionspotential hos asp, björk och al – en litteraturstudie över möjligheter till och konsekvenser av biomassa och gagnvirkesuttag*. Skogforsk, Redogörelse nr 4, Uppsala, 64 s.
- Rytter, L. 2006. A management regime for hybrid aspen stands combining conventional forestry techniques with early biomass harvests to exploit their rapid early growth. *Forest Ecology and Management* 236: 422–426.
- Rytter, L. & Jansson, G. 2009. Influence of pruning on wood characters in hybrid aspen. *Silva Fennica* 43: 689–698.
- Rytter, L. & Stener, L. 2005. Productivity and thinning effects in hybrid aspen (*Populus tremula* L. × *P. tremuloides* Michx.) stands in southern Sweden. *Forestry* 78: 285–295.
- Rytter, L., Stener, L. & Werner, M. 2002. Hybridasp – ett lönsamt alternativ som passar i det nya skogsbruket. SkogForsk, Resultat Nr 10, Uppsala, 4 s.
- Sage, R., Cunningham, M. & Boatman, N. 2006. Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. *Ibis* 148: 184–197.
- SCB. 2007. Modellskattning av energianvändningen inom skogssektorn. Statistiska Centralbyrån, Örebro, 12 s.
- Schreiner, E.J. & Stout, A.B. 1934. Description of ten new hybrids. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 61: 449–460.
- Schulz, U., Brauner, O. & Größ, H. 2009. Animal diversity on short-rotation coppices – a review. *Landbauforschung (Volkenrode) / vTI Agriculture and Forestry Research* 59: 171–182.
- Segerstedt, R. 2010. Nu kommer skördaren som även flisar. *Land Skogsland*, 22 januari 2010.
- Singh, A.P. 2000. Relative natural resistance of *Populus deltoides* clones against defoliator *Clostera cupreata* (Lepidoptera: Notodontidae) in northern India. *Agroforestry Systems* 49: 319–326.
- Skärbeck, E. & Becht, P. 2005. Landscape perspective on energy forests. *Biomass and Bioenergy* 28: 151–159.
- Skogsstyrelsen. 2009a. *Skogsstatistisk årsbok 2009*. Skogsstyrelsen, Jönköping, 393 s.
- Skogsstyrelsen. 2009b. *Regler om användning av främmande trädslag*. Skogsstyrelsen, Meddelande 7, Jönköping, 138 s.
- Spinelli, R., Nati, C. & Magagnotti, N. 2008. Harvesting short-rotation poplar plantations for biomass production. *Croatian Journal of Forest Engineering* 39: 129–139.
- Spinelli, R., Nati, C. & Magagnotti, N. 2009. Using modified foragers to harvest short-rotation poplar plantations. *Biomass and Bioenergy* 33: 817–821.
- Stanton, B. 2006. Hybrid poplar in North America: plantation management for multiple goods and services. SLU, Dep. Crop Production Ecology, Report No. 4, Uppsala, pp. 61–67.
- Stanton, B.J. 2009. *Poplars and willows of the world: The domestication and conservation of populus genetic resources*. Chapter 4a. International Poplar Commission Thematic Papers, Working Paper IPC/9-4a, FAO, Rome, Italy, 86 p.
- Steenackers, J., Steenackers, M., Steenackers, V. & Stevens, M. 1996. Poplar diseases, consequences on growth and wood quality. *Biomass and Bioenergy* 10: 267–274.
- Steenackers, M. 2008. Towards durable tolerance of poplar to pest and insects in poplar cultivation. TREEBREDEX, INRA-Orléans, 18-19 Sept 2008.

- Steenackers, V., Strobl, S. & Steenackers, M. 1990. Collection and distribution of poplar species, hybrids and clones. *Biomass* 22: 1–20.
- Stener, L.-G. 1996. Resultat från två klonförsök med poppel. SkogForsk, Arbetsrapport Nr 319, Uppsala, 11 s.
- Stener, L.-G. 2004. Resultat från sydsvenska klontester med poppel. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 571, Uppsala, 27 s.
- Stener, L.-G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska fältförsök. Skogforsk, Arbetsrapport Nr 717, Uppsala, 45 s.
- Stener, L.-G. & Karlsson, B. 2004. Improvement of *Populus tremula* × *P. tremuloides* by phenotypic selection and clonal testing. *Forest Genetics* 11: 13–27.
- Sterky, F., Bhalerao, R.R., Unneberg, P., Segerman, B., Nilsson, P., Brunner, A.M., Charbonnel-Campaa, L., Lindvall, J.J., Tandre, K. & Strauss S.H. 2004. A *Populus* EST resource for plant functional genomics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101: 13951–13956.
- Stettler, R.F., Fenn, R.C., Heilman, P.E. & Stanton, B.J. 1988. *Populus trichocarpa* × *Populus deltoides* hybrids for short rotation culture: variation patterns and 4-year field performance. *Canadian Journal of Forest Research* 18: 745–753.
- Stettler, R.F., Zsuffa, L. & Wu, R. 1996. The role of hybridization in the genetic manipulation of *Populus*. In *Biology of Populus and its implications for management and conservation*. Part I, Chapter 4 (eds. Stettler, R.F., Bradshaw, H.D., Heilman, P.E. & Hinckley, T.M.), NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON, Canada, pp. 87–112.
- Stone, R. 2008. China plans \$3,5 billion GM crops initiative. *Science* 321: 1279.
- Strauss, C.H. & Grado, S.C. 1997. Economics of producing *Populus* biomass for energy and fiber systems. In: *Micropropagation, Genetic Engineering, and Molecular Biology of Populus* (eds., Klopfenstein, N.B., Chun, Y.W., Kim, M.-S. & Ahuja, M.R.), USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep. RM-GTR-297, Fort Collins, Colorado, pp. 241–248.
- Stürmer, B. & Schmid, E. 2007. Wirtschaftlichkeit von Weide und Pappel im Kurzumtrieb unter österreichischen Verhältnissen. *Ländlicher Raum* 2007, Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 9 p.
- Tabor, G.M., Kubisiak, T.L., Klopfenstein, N.B., Hall, R.B. & McNabb Jr, H.S. 2000. Bulk segregant analysis identifies molecular markers linked to *Melampsora medusae* resistance in *Populus deltoides*. *Phytopathology* 90: 1039–1042.
- Taylor, G., Rae, A., Pinel, M., Bastien, C., Sabatti, M., Street, N., Tucker, J., Dixon, C., Marron, N. & Dillen, S. 2008. QTL for yield in bioenergy *Populus*: identifying G×E interactions from growth at three contrasting sites. *Tree Genetics & Genomes* 4: 97–112.
- Telenius, B.F. 1999. Stand growth of deciduous pioneer tree species on fertile agricultural land in southern Sweden. *Biomass and Bioenergy* 16: 13–23.
- Tóth, B., Bach, I., Erdős, L., Gergácz, J., Molnár, S. & Tóth, J. 1996. *Poplar and willow growing in Hungary*. FAO, Budapest, Hungary.
- Tuskan, G.A., DiFazio, S., Jansson, S., Bohlmann, J., Grigoriev, I., Hellsten, U., Putnam, N., Ralph, S., Rombauts, S., Salamov, A., Schein, J., Sterck, L., Aerts, A., Bhalerao, R.R., Bhalerao, R.P., Blaudez, D., Boerjan, W., Brun, A., Brunner, A., Busov, V., Campbell, M., Carlson, J., Chalot, M., Chapman, J., Chen, G.-L., Cooper, D., Coutinho, P.M., Couturier, J., Covert, S., Cronk, Q., Cunningham, R., Davis, J., Degroove, S., Déjardin, A., dePamphilis, C., Detter, J., Dirks, B., Dubchak, I., Duplessis, S., Ehrling, J., Ellis, B., Gendler, K., Goodstein, D.,

- Gribskov, M., Grimwood, J., Groover, A., Gunter, L., Hamberger, B., Heinze, B., Helariutta, Y., Henrissat, B., Holligan, D., Holt, R., Huang, W., Islam-Faridi, N., Jones, S., Jones-Rhoades, M., Jorgensen, R., Joshi, C., Kangasjärvi, J., Karlsson, J., Kelleher, C., Kirkpatrick, R., Kirst, M., Kohler, A., Kalluri, U., Larimer, F., Leebens-Mack, J., Leplé, J.-C., Locascio, P., Lou, Y., Lucas, S., Martin, F., Montanini, B., Napoli, C., Nelson, D.R., Nelson, C., Nieminen, K., Nilsson, O., Pereda, V., Peter, G., Philippe, R., Pilate, G., Poliakov, A., Razumovskaya, J., Richardson, P., Rinaldi, C., Ritland, K., Rouzé, P., Ryaboy, D., Schmutz, J., Schrader, J., Segerman, B., Shin, H., Siddiqui, A., Sterky, F., Terry, A., Tsai, C.-J., Uberbacher, E., Unneberg, P., Vahala, J., Wall, K., Wessler, S., Yang, G., Yin, T., Douglas, C., Marra, M., Sandberg, G., Van d Peer, Y. & Rokhsar, D. 2006. The genome of black cottonwood, *Populus trichocarpa* (Torr. & Gray). *Science* 313: 1596–1604.
- Uggla, E. 1959. Asp och poppel på Mykinge försöksgård. Föreningen för dendrologi och parkvård, Årsbok, *Lustgården*: 140–145.
- Van Oosten, C. 2008. *Activities related to poplar and willow cultivation and utilization in Canada*. Poplar Council of Canada, Canadian report to the 23<sup>rd</sup> IPC session in Beijing, 78 p.
- Verwijst, T. 2006. Storskalig introduktion och utveckling av poppelplantager i Sverige. SLU, Inst. f. växtproduktionsökologi, Rapport Nr 3, Uppsala, s. 14–16.
- Viart, M. & Fugalli, O. 1998. *History of the International Poplar Commission (IPC) 1947–1997*. FAO, Rome, 12 p.
- Von Wettstein, W. 1933. Die Kreuzungsmethode und die Beschreibung von F1-Bastarden bei *Populus*. *Pflanzenzüchtung* 1933: 597–626.
- Wegrzyn, J.L., Eckert, A.J., Choi, M., Lee, J.M., Stanton, B.J., Sykes, R., Davis, M.F., Tsai, C. & Neale, D.B. 2010. Association genetics of traits controlling lignin and cellulose biosynthesis in black cottonwood (*Populus trichocarpa*, Salicaceae) secondary xylem. *New Phytologist* 188: 515–532.
- Weih, M. 2006. *Energiskogsodling på åkermark – möjligheter för biologisk mångfald och kulturmiljö i ett landskapsperspektiv*. SLU, Rapport till Naturvårdsverket (Dnr 802-114-04), Uppsala, 36 s. Online: <http://pub-epsilon.slu.se/75/>.
- Weih, M. (ed.) 2008. *Short rotation forestry (SRF) on agricultural land and its possibilities for sustainable energy supply*. Nordic Council of Ministers, TemaNord 2008: 543, Copenhagen, 66 p. Online: <http://www.norden.org/en/publications/publications/2008-543>.
- Weih, M. and Bonosi, L. 2009. Assessment of genotype ranking in long-term biomass production of *Salix* based on juvenile plant traits: Breeding implications. *Bioenergy Research* 2: 29–36.
- Weih, M., Karačić, A., Munkert, H., Verwijst, T. & Diekmann, M. 2003. Influence of young poplar stands on floristic diversity in agricultural landscapes (Sweden). *Basic and Applied Ecology* 4: 149–156.
- Weisgerber, H. & Han, Y. 2001. Diversity and breeding potential of poplar species in China. *The Forestry Chronicle* 77: 227–237.
- Williams, F.C. & Thomas, T. 2006. Some key issues concerning current poplar production and future marketing in the United Kingdom. *New Forests* 31: 343–359.
- Wöbse, H.H. 2003. *Landschaftsästhetik*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany, 304 s.
- Woxblom, L. & Nylinder, M. 2010. Industrial utilization of hardwood in Sweden. *Ecological Bulletins* 53: 43–50.

- Wu, R.L. 1998. Genetic mapping of QTLs affecting tree growth and architecture in *Populus*: implication for ideotype breeding. *TAG Theoretical and Applied Genetics* 96: 447–457.
- Wulschleger, S.D., Jansson, S., Taylor, G. 2002. Genomics and forest biology: *Populus* emerges as the perennial favorite. *Plant Cell* 14: 2651–2655.
- Xu, H. 1992. The culture history and breeding strategy of poplar in Italy. *Journal of Northeast Forestry University* 3: 95–100.
- Yang, X., Kalluri, U.C., DiFazio, S.P., Wulschleger, S.D., Tschaplinski, T.J., Cheng, M.Z. & Tuskan, G.A. 2009. Poplar genomics: State of the science. *Critical Reviews in Plant Sciences* 28: 285.
- Yemshanov, D. & McKenney, D. 2008. Fast-growing poplar plantations as a bioenergy supply source for Canada. *Biomass and Bioenergy* 32: 185–197.
- Yu, Q., Pulkkinen, P., Rautio, M., Haapanen, M., Alén, R., Stener, L.G., Beuker, E. & Tigerstedt, P.M.A. 2001. Genetic control of wood physicochemical properties, growth, and phenology in hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 1348–1356.
- Yu, Q., Zhang, S.Y., Pliura, A., MacKay, J., Bousquet, J. & Périnet, P. 2008. Variation in mechanical properties of selected young poplar hybrid crosses. *Forest Science* 54: 255–259.
- Zhang, X., Wu, N. & Li, C. 2005. Physiological and growth responses of *Populus davidiana* ecotypes to different soil water contents. *Journal of Arid Environments* 60: 567–579.
- Zsuffa, L., Giordano, E., Pryor, L.D. & Stettler, R.F. 1996. Trends in poplar culture: some global and regional perspectives. In: *Biology of Populus and its implications for management and conservation* (eds., Stettler, R.F., Bradshaw Jr, H.D., Heilman, P.E. & Hinckley, T.M.), NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, pp. 515–539.
- Åhman, I. & Larsson, S. 1994. Genetic improvement of willow (*Salix*) as a source of bioenergy. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 18: 47–56.
- Åhman, I. & Rönnerberg-Wästljung, A.C. 2009. Application of genetic markers in *Salix* breeding. In: *Willow and poplar breeding: From ecology to molecular genetics*. One-day SAMBA workshop. Conference in Uppsala, Sweden, November 19, 2009 ([http://vaxt.vbbsg.slu.se/samba-webb/index\\_sv.html](http://vaxt.vbbsg.slu.se/samba-webb/index_sv.html)).

## 13 Muntliga uppgifter

- K. Hjerpe, pers. komm. 2010. Jordbruksverket.
- J. Bergquist, pers. komm. 2010. Skogsstyrelsen.
- L.-G. Stener, pers. komm., 2010. Skogforsk.
- F. Zamudio, pers. komm., 2010. Universitet i Talca.
- D. Kajba, pers. komm., 2010. Universitet i Zagreb.
- H. Schüberg, pers., komm. 2010. JiLU.
- S. Larsson, pers. komm., 2010. Lantmännen SW Seed.
- U. Egertsdotter, pers. komm., 2010. SweTree Technologies AB.
- L. Christersson, pers. komm., 2010. professor emeritus
- S. Black-Samuelsson, pers. komm., 2010. Skogsstyrelsen.
- B. Thomas, pers. komm., 2010. University of Alberta, Kanada.
- A. Guarnaschelli, pers. komm., 2010. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- A. Svensson, pers. komm., 2010. Södra Skog.
- H. Triumf, pers. komm., 2010. Holmen Skog.
- A. Svanborg, pers. komm., 2010. Korsnäs.
- A. Lauenstein, pers. komm., 2010. Swedspan.
- E. Beuker, pers. komm., 2010. Metla, Finland.
- M. Hannerz, pers. komm., 2010. Silvinformation AB.
- A. Mörk, pers. komm., 2010. Skogforsk.
- R. Karlsson pers. komm., 2009. Mellanskog.



# Taxonomi och hybrider inom släktet *Populus*



Bilaga 1a. Föreslagen taxonomisk klassificering av släktet *Populus* (Dickmann & Kuzovkina, 2008)

Art	Engelskt namn	Anmärkning <sup>#</sup> /svenskt namn
Sektion <b><i>Abaso</i></b>		
<i>P. mexicana</i> Wesmael	Yagui cottonwood	
Sektion <b><i>Turanga</i> (Afro-Asiatiska popplar)</b>		
<i>P. euphratica</i> Olivier	Euphrates poplar	Eufratpoppel*
<i>P. ilicifolia</i> (Engler) Rouleau	Kenyan poplar	Kenyapoppel*
<i>P. pruinosa</i> Schrenk	Desert poplar	Ökenpoppel*
Sektion <b><i>Leucoïdes</i> (Våtmarkspopplar)</b>		
<i>P. glauca</i> Haines	Asian swamp cottonwood	Asiatisk våtmarkspoppel*
<i>P. heterophylla</i> Linnaeus	Swamp cottonwood	Våtmarkspoppel*
<i>P. lasiocarpa</i> Oliver	Heart-leaf poplar	Hjärtbladig poppel*
Sektion <b><i>Aigeiros</i> (Svartpopplar)</b>		
<i>P. deltoides</i> Marshall	Eastern cottonwood	Nordamerikansk svartpoppel*, inkluderar <i>P. sargentii</i> , <i>P. palmeri</i> och <i>P. wislizenii</i>
<i>P. fremontii</i> S. Watson	Fremont cottonwood	Fremontpoppel*
<i>P. nigra</i> Linnaeus	Black poplar	Svartpoppel
Sektion <b><i>Tacamahaca</i> (Balsampopplar)</b>		
<i>P. angustifolia</i> James	Narrowleaf cottonwood	Smalbladig poppel*



Art	Engelskt namn	Anmärkning <sup>#</sup> /svenskt namn
<i>P. balsamifera</i> Linnaeus	Balsam poplar	Balsampoppel, tidigare <i>P. tacamahaca</i>
<i>P. cathayana</i> Rehder	Cathay poplar	Kan vara synonym med <i>P. suaveolens</i> , inkluderar <i>P. purdomii</i>
<i>P. ciliata</i> Royle	Himalayan poplar	Himalayapoppel*
<i>P. coreana</i> Rehder	Korean poplar	Koreapoppel*, förmodligen synonym med <i>P. suaveolens</i> och <i>P. maximowiczii</i>
<i>P. laurifolia</i> Ledebour	Laurel poplar	Lagerbladspoppel*
<i>P. maximowiczii</i> Henry	Japanese poplar	Japansk poppel*, kan vara synonym med <i>P. suaveolens</i> , inkluderar <i>P. ussuriensis</i>
<i>P. simonii</i> Carrère	Simon poplar	Simonpoppel, inkluderar <i>P. przewalskii</i> , <i>P. kangdingensis</i>
<i>P. suaveolans</i> Fischer	Siberian poplar	Sibirisk poppel*
<i>P. szechuanica</i> Schneider	Szechuan poplar	
<i>P. trichocarpa</i> Torrey & Gray	Black cottonwood	Jättepoppel, kan vara synonym med <i>P. balsamifera</i>
<i>P. yunnanensis</i> Dode	Yunnan poplar	
<b>Sektion <i>Populus</i> (Vitpopplar och aspar)</b>		
<i>P. alba</i> Linnaeus	White poplar	Vitpoppel
<i>P. guzmanantlesensis</i> Vazquez & Cuevas	Manantlán poplar	
<i>P. monticola</i> Brandegee	Baja poplar	
<i>P. simaroa</i> Rzedowski	Balsas poplar	
<i>P. adenopoda</i> Maximowicz	Chinese aspen	Kinesisk asp*
<i>P. gamblei</i> Haines	Himalayan aspen	Himalaya asp*

Art	Engelskt namn	Anmärkning <sup>#</sup> /svenskt namn
<i>P. grandidentata</i> Michaux	Bigtooth aspen	Stortandad asp*
<i>P. sieboldii</i> Miquel	Japanese aspen	Japansk asp*, inkluderar <i>P. jesoensis</i>
<i>P. tremula</i> Linnaeus	Common aspen	Asp, inkluderar <i>P. davidiana</i> och <i>P. rotundifolia</i>
<i>P. tremuloides</i> Michaux	Quaking aspen	Nordamerikansk asp

\*Förslag till svenskt namn i de fall det inte finns något.

<sup>#</sup>Bara för arter av betydelse för förädling eller användning i Sverige.

Bilaga 1b. Några naturligt förekommande och artificiella hybrider av kommersiellt intresse för Sverige (efter Dickmann, 2001; Dickmann & Kuzovkina, 2008)

Föräldrar	Benämning	Anmärkning/svenskt namn
<i>P. tremula</i> × <i>P. tremuloides</i>	<i>P. ×wettsteinii</i>	Hybridasp
<i>P. alba</i> × <i>P. tremula</i>	<i>P. ×canescens</i> Sm	Gråpoppel (Grey poplar)
<i>P. alba</i> × <i>P. tremuloides</i>	<i>P. ×heimburgeri</i> Boivin	
<i>P. alba</i> × <i>P. grandidentata</i>	<i>P. ×rouleaniana</i> Boivin	
<i>P. grandidentata</i> × <i>P. tremuloides</i>	<i>P. ×smithii</i> Boivin	Synonym <i>P. ×barnesii</i> Wag.
<i>P. balsamifera</i> × <i>P. deltoides</i>	<i>P. ×jackii</i> Sarg	
<i>P. deltoides</i> × <i>P. nigra</i>	<i>P. ×canadensis</i> Moench	Kanada poppel, Euroamerikansk poppel, synonym <i>P. ×euroamericana</i> Guin.
<i>P. ×canadensis</i> × <i>P. balsamifera</i>	<i>P. ×rollandii</i>	Liknar <i>P. ×jackii</i>
<i>P. laurifolia</i> × <i>P. nigra</i>	<i>P. ×berolinensis</i> Dippel	Berlinpoppel, Rysk poppel, synonym <i>P. ×rasumowskyana</i> Schneid. eller <i>P. ×petrowskyana</i> Schneid.
<i>P. ×berolinensis</i> × <i>P. balsamifera</i>		
<i>P. trichocarpa</i> × <i>P. deltoides</i>	<i>P. ×generosa</i> Henry	Synonym <i>P. ×interamericana</i>



### Produktionskostnader för åkermarksenergi i SOU 2007:36

**Håkan Rosenqvist**

Box 17, 260 21 Billeberga; hakan.rosenqvist@post.utfors.se

Inför utredningen SOU 2007:36 (2007), *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs* togs underlagsmaterial fram av Håkan Rosenqvist, där det gjordes beräkningar av produktionskostnader för, dels traditionella jordbruksgrödor, dels s.k. energigrödor och dels skog på åkermark. Nedanstående material är en bearbetning av det ursprungliga underlagsmaterialet till SOU 2007:36.

Resultat från beräkningar av kostnader för olika grödor som är avsedda att användas för energiändamål redovisas i detta dokument. En målsättning med beräkningarna har varit att använda en metodik som gör beräkningarna för de olika grödorna så jämförbara som möjligt. Huvudsyftet var att studera produktionskostnader för olika energiodlingar på åkermark.

#### FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR BERÄKNINGARNA

I samtliga beräkningar ingår direkta kostnader i form av utsäde, gödning m.m. Alla körslor är inhyrda och kostnader för företagarens eget arbete och kapital har beräknats med en real kalkylränta på 6 % och 3 mils transportavstånd. Skogsberäkningarna görs dock med både 3 och 6 % i real kalkylränta. För stråbränslen är det beaktat lagringskostnader. Overheadkostnader ingår i produktionskostnaderna med 400 till 600 kr ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup> (*Salix* 400 och spannmål 600 kr ha<sup>-1</sup> år<sup>-1</sup>). Beräkningarna avser leverans till stora användare och avser i de flesta fall gödslade grödor. Markkostnader och stöd ingår inte i kalkylerna.

För samtliga grödor har en modifierad totalstegkalkyl använts som finns beskriven i Rosenqvist (1997). Skillnaden mellan en traditionell totalstegkalkyl och en modifierad är sättet att beakta in- och utbetalningar under fleråriga perioder. Den modifierade totalstegkalkylen är tillämplig på lönsamhetsberäkningar där man har olika stora in- respektive utbetalningar för olika år. Det innebär att samma metod har kunnat användas på ettåriga och fleråriga energigrödor. Genom att använda samma metod ökar jämförbarheten mellan olika markanvändningsalternativ.

Nedan (Tabell 1) redovisas det energiinnehåll som legat till grund för beräkningarna. Det finns olika sätt att mäta energiinnehåll i bränslen. En målsättning med nedanstående presenterade värden har varit att ha ett energiinnehåll i kostnadsberäkningar som är jämförbart med *Prisblad för biobränslen, torv mm* som ges ut av Energimyndigheten. Därmed går det att jämföra produktionskostnader med de marknadspriser som angivits av Energimyndigheten. Beräkningarna av energiinnehåll baseras på Börjesson (2007), men har bearbetats efter diskussion med Pål Börjesson.

Tabell 1.

Antaget energiinnehåll i MWh per ton ts och per ton färsk vara i några olika grödor. Källa: bearbetning av siffror från Börjesson (2007).

	Höstvete	Vårkorn	Havre	Höstraps	Salix	Hampa	Rörflen	Helsäd
MWh per ton TS	4,5	4,5	4,85	7,15	4,4	4,5	4,5	4,5
MWh per ton vara	3,87	3,87	4,17	6,5	2,2	3,8	3,8	3,8

Skördenivåerna har stor betydelse för produktionskostnaderna. Nedanstående uppställning (Tabell 2) visar de skördenivåer som använts i beräkningarna för de olika grödorna. Avkastningsvärdena har använts enligt Börjesson (2007).

Tabell 2.

Sammanfattning av uppskattade genomsnittliga skördenivåer för olika energigrödor odlade på genomsnittlig åkermark inom respektive produktionsområde<sup>1</sup>. Källa: Börjesson (2007). Information om de olika produktionsområdena ges i Figur 1.

	(MWh per ton torrsubst)	Gss (Ton ts / MWh)	Gmb (Ton ts / MWh)	Gns (Ton ts / MWh)	Ss (Ton ts / MWh)	Gsk (Ton ts / MWh)	Ssk (Ton ts / MWh)	Nn (Ton ts / MWh)	Nö (Ton ts / MWh)
Vete-kärna	5,1 (4,5)	6,4 / 33	5,5 / 28	4,8 / 25	4,2 / 21	-	-	-	-
Vete – kärna & halm	5,1 & 5,0 (4,5 & 4,4)	10,7 / 51	8,6 / 44	6,7 / 34	5,8 / 29	-	-	-	-
Korn-kärna	5,1 (4,5)	-	-	-	-	3,0 / 15	2,8 / 14	2,0 / 10	1,8 / 9
Korn-kärna & halm	5,1 & 5,2 (4,5 & 4,6)	-	-	-	-	3,9 / 20	3,6 / 18	2,6 / 13	2,3 / 12
Havre-kärna	5,5 (5,9)	4,8 / 26	4,1 / 23	3,6 / 20	3,2 / 18	3,0 / 17	2,8 / 15	1,9 / 10	1,9 / 10
Havre-kärna & halm	5,5 & 5,0 (5,9 & 4,4)	8,5 / 44	6,8 / 36	5,2 / 28	4,6 / 25	4,4 / 24	4,0 / 21	2,7 / 14	2,7 / 14
Raps-frö	7,7 (7,1)	2,8 / 22	2,6 / 20	2,6 / 20	2,0 / 15	-	-	-	-
Raps-frö & halm	7,7 & 5,0 (7,1 & 4,4)	5,6 / 36	5,2 / 33	4,4 / 29	3,3 / 22	-	-	-	-
Sockerbetor	4,9 (4,5)	11 / 54	9,9 / 49	-	-	-	-	-	-
Sockerbetor & blast	4,9 & 4,8 (4,5 & 4,4)	13,5 / 66	12,2 / 60	-	-	-	-	-	-
Vall	4,9 (4,5)	7,5 / 37	6,7 / 33	6,5 / 32	6,0 / 29	5,0 / 25	4,5 / 22	4,2 / 21	4,0 / 20
Majs	4,9 (4,5)	9,5 / 47	9,0 / 44	8,0 / 39	-	-	-	-	-
Rörflen <sup>3</sup>	4,9 (4,5)	5,4 / 26	5,2 / 25	5,0 / 25	4,8 / 24	4,6 / 23	4,5 / 23	4,5 / 23	4,5 / 23
Hampa <sup>3</sup>	4,9 (4,5)	6,5 / 32	6,5 / 32	6,2 / 30	6,0 / 29	5,5 / 27	5,3 / 26	5,0 / 25	5,0 / 25
Salix <sup>4</sup>	5,2 (4,4)	9,5 / 50	6,5 / 34	8,2 / 43	7,0 / 36	6,0 / 31	5,0 / 26	-	-
Poppel <sup>4</sup>	5,2 (4,4)	8,5 / 44	6,5 / 34	7,4 / 38	-	-	-	-	-
Hybridasp <sup>4</sup>	5,2 (4,4)	7,7 / 40	6,0 / 31	6,7 / 35	6,0 / 31	5,5 / 29	5,0 / 26	4,5 / 23	-
Gran – gödslad <sup>5</sup>	5,2 (4,4)	6,5 / 34	5,2 / 27	5,7 / 29	5,2 / 27	5,0 / 27	4,3 / 23	3,7 / 20	3,2 / 17
Gran – konvent. <sup>5</sup>	5,2 (4,4)	5,0 / 26	3,9 / 20	4,2 / 22	3,7 / 19	3,5 / 18	3,0 / 16	2,5 / 13	2,1 / 11

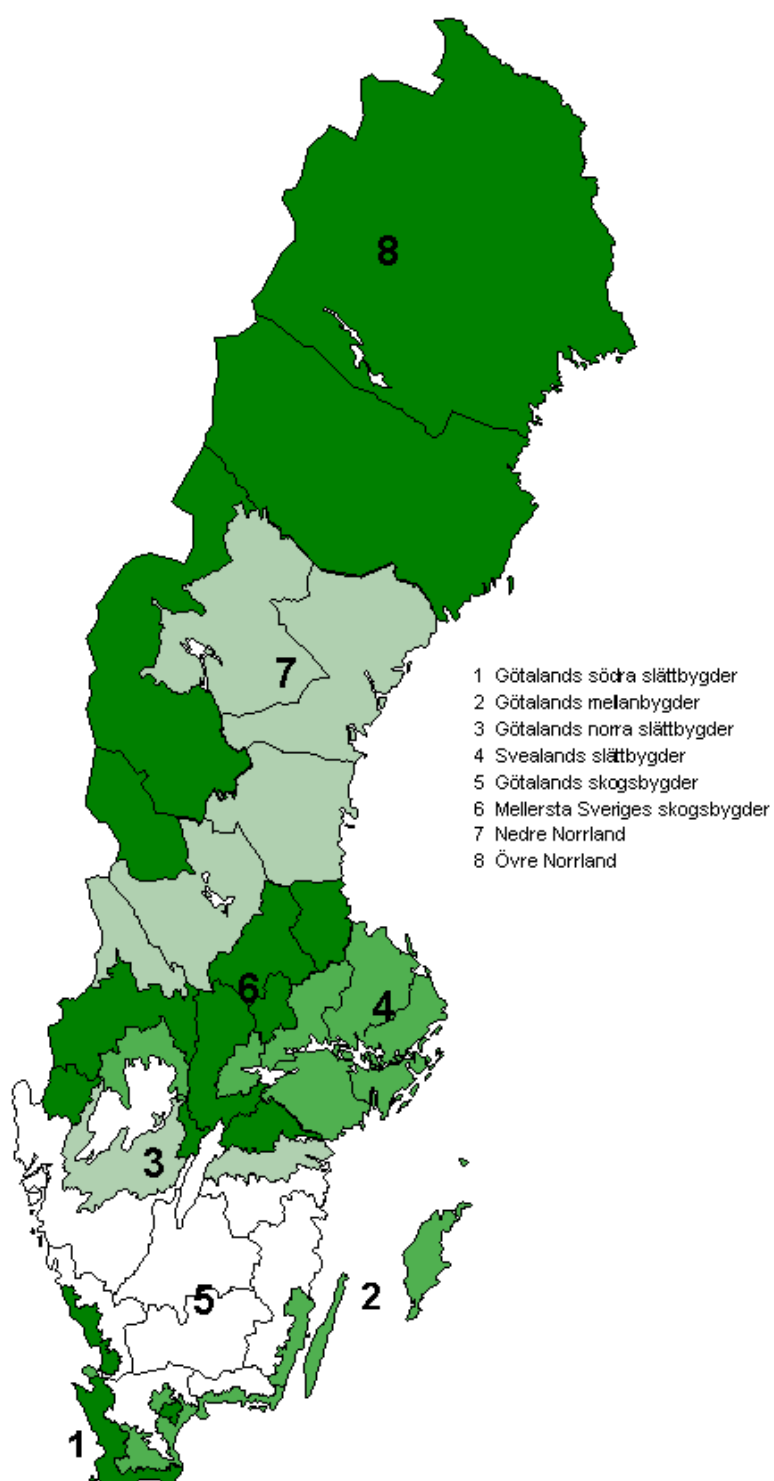
<sup>1</sup> Se text för närmare beskrivning av antaganden vid uppskattning av skördenivå för respektive gröda.

<sup>2</sup> Högre värmevärde, HVV (lägre värmevärde, LVV, inom parantes).

<sup>3</sup> Avser vårskörd, vilket medför förluster av biomassa under vinterhalvåret på 15–40 %, exklusive direkta skördeförluster. Vinterförluster bedöms bli större ju längre söderut odlingen sker p.g.a. mildare vintrar, vilket medför ökad mikrobiell aktivitet och nedbrytning. Lägre biomasseskördar i norra Sverige kompenseras således till stor del av lägre vinterförluster varför vårskörd av hampa och rörflen varierar relativt lite mellan de olika produktionsområdena.

<sup>4</sup> Avser skörd i etablerade bestånd, d.v.s. från och med andra omdrevet för *Salix* och i tätplanterade bestånd av poppel och hybridasp. Eftersom plantering av hybridasp sker med plantor, till skillnad från *Salix* och poppel som planteras med sticklingar, blir planteringskostnaden betydligt högre, vilket kan leda till att plantantalet per hektar blir lägre för hybridasp. Detta kan i sin tur medföra något lägre biomasseskörd under första omdrevet (cirka 25 år) än vad som anges i tabellen. I andra omdrevet sker etablering av hybridasp med rotskott, vilket ger ett högt stamantal och därmed hög skörd i nivå med en tätplanterad odling.

<sup>5</sup> Gödslad gran avser näringsoptimerad gödsgång av granskog som i praktisk tillämpning bedöms ge i genomsnitt 30 % (södra Sverige) till 50 % (norra Sverige) högre biomassaskörd (ton ts) än ogödslad, konventionell granodling. Efter slutavverkning av granskog på åkermark kan stubbrytning bli aktuellt, vilket bedöms kunna ge en ökad biomassaskörd om cirka 10–15 % (ton ts) jämfört med skördenivåerna i tabellen (som avser helträdsskörd exklusive stubbrytning).



Figur 1.  
 Indelning av Sveriges åkermark i produktionsområden (källa: SCB 2010).

## JORDBRUKSGRÖDOR

### Kostnader för traditionella jordbruksgrödor

En fördel med traditionella jordbruksgrödor för energiändamål är att det finns en odlingstradition och befintliga resurser som kan utnyttjas (Tabell 3), vilket innebär en större acceptans bland lantbrukare för att odla dessa grödor. Nackdelen jämfört med energigrödor som *Salix* och rörflen är att odlingskostnaderna är högre per MWh för de befintliga jordbruksgrödorna. Utifrån detta kan vi konstatera att i ett kortsiktigt perspektiv kan det för vissa lantbrukare möjligen vara intressant att utnyttja befintliga resurser för energiproduktion. På lång sikt när de befintliga resurserna behöver förnyas, stärks konkurrenskraften för grödor som är speciellt anpassade för energi, såsom *Salix* och rörflen. Spannmål och raps är dock de billigaste varorna att hantera, vilket gör att kostnader kan sparas i leden efter odling, jämfört med fuktiga bränslen eller bränslen som hanteras i balar. *Salix* och andra vedartade växter har en fördel i att skörden sker när värme- och elbehovet är som störst, vilket minskar behovet av långtidslagring.

Tabell 3. Produktionskostnad i SEK MWh<sup>-1</sup> för traditionella jordbruksgrödor som har använts för andra ändamål än energi.

Produktionsområde	Höstvete	Höstvete, reducerad jordbearbetning	Vårkorn	Havre	Höstraps
Götalands södra slättbygder	281	255	313	291	381
Götalands mellanbygder	312	282	365	329	404
Götalands norra slättbygder	339	304	365	343	404
Svealands slättbygder	369	329	402	375	447
Götalands skogsbygder	375	334	451	415	431
Mellersta Sveriges skogsbygder	381	339	475	427	431
Nedre Norrland			623	620	
Övre Norrland			681	592	
Hela riket	327	294	386	375	404

### Produktionskostnad för ej traditionella jordbruksgrödor

Som vi kan se nedan (Tabell 4) har energiskog (SRC = Short Rotation Coppice), d.v.s. grödorna *Salix* och poppel, lägst produktionskostnad per MWh både jämfört med befintliga traditionella grödor och andra energigrödor. På jordar med hög avkastning skiljer sig produktionskostnaden per MWh mer åt mellan *Salix* och rörflen än på jordar med låg avkastning. En delförklaring till detta är de höga skörde-, lagrings- och hanteringskostnaderna för stråbränslen. Hampa verkar ha en besvärande hög produktionskostnad som storskalig energigröda. Elefantgräs är en inte så utvecklad gröda och har dessutom höga hanteringskostnader efter skörd, bl.a. beroende på att det är en strågröda.



Tabell 4.

Kostnad i SEK MWh<sup>-1</sup> för några olika energigrödor vid olika skördenivåer. Siffrorna i tabellen skall ses som ungefärliga kostnader och är inte exakta. Förmedlingskostnad på 6 % ingår i beräkningarna. De exakta kostnaderna varierar mellan företag.

Skörd tons	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Salix SRC	190	170	154	141	134	128	121	115	111	108
Poppel SRC	210	180	167	154	144	134	128	121	118	115
Rörflen	233	216	203	193	187	180	177	174	170	167
Hampa	370	337	311	295	278	269	259	252	246	239
Elefantgräs	292	272	256	246	239	233	226	223	216	213

De olika grödorna befinner sig i olika utvecklingsstadier både vad beträffar växtförädling, odlingsteknik och hantering efter skörd. Detta gör att det finns störst kostnadssänkingspotential för de lägst utvecklade grödorna. De traditionella jordbruksgrödorna har därför inte samma kostnadssänkingspotential som de nya energigrödorna. Det förutsätter emellertid att de senare kommer att odlas i stor omfattning.

Val av kalkylräntefot har störst betydelse för produktionsgrenar med långa tidsintervall mellan ut- och inbetalningar. Därmed har valet av kalkylränta stor betydelse inom skogsbruket. För energigrödorna, som redovisas i tabell 5, har kalkylräntefoten störst betydelse för energiskog. Därför har det gjorts en känslighetsanalys med 3 respektive 6 % i real kalkylränta.

Tabell 5.

Produktionskostnad i SEK MWh<sup>-1</sup> för ej traditionella jordbruksgrödor som har använts för andra ändamål än energi. Förmedlingskostnad ingår ej i beräkningarna. Real kalkylränta är 6 %. Som känslighetsanalys finns även beräkningar med 3 % ränta för Salix. Vid höga och medelhöga skördenivåer är det ej aktuellt med 4 års skördeintervall för Salix med dagens skördemaskiner.

Produktionsområde	Salix 3 års skördeintervall 6 % ränta	Salix 3 års skördeintervall 3 % ränta	Salix 4 års skördeintervall 6 % ränta	Hampa	Rörflen	Helsäd
Götalands södra slättbygder	122	114	110	304	207	203
Götalands mellanbygder	151	141	133	304	210	224
Götalands norra slättbygder	132	123	118	311	214	254
Svealands slättbygder	145	135	128	316	218	275
Götalands skogsbygder	159	148	139	331	222	352
Mellersta Sveriges skogsbygder	180	166	155	338	224	371
Nedre Norrland				348	224	469
Övre Norrland				348	224	515

## Skördenivårelaterade produktionskostnader

Grödor kan delas in på olika sätt. Ett sätt att dela in grödor kan vara efter hektarberoende respektive skördekvantitetsberoende kostnader (Tabell 6–8). Grödor med relativt stor andel skörderelaterade kostnader kan vara intressanta på de mindre bördiga markerna medan grödor med stora hektarberoende kostnader får en konkurrensfördel på bördigare marker. Även grödans omsättning i pengar påverkar om den ska odlas på mer eller mindre bördiga marker. Grödor med hög omsättning per hektar, t.ex. sockerbetor, har en tendens att odlas i de bördigare områdena. Vall har däremot hög skörderelaterad kostnad och finns i dag framför allt utanför de bördigaste områdena i Sverige.

Tabell 6.

Skördenivå-relaterad kostnad i SEK MWh<sup>-1</sup> för 1 MWh högre skörd per hektar och år.

Gröda	Höstvete	Höstvete, reducerad jordbearbetning	Vårkorn	Havre	Höstraps
Rörlig kostnad MWh <sup>-1</sup>	119	119	123	93	90

Tabell 7.

Skördenivå-relaterad kostnad i SEK MWh<sup>-1</sup> för 1 MWh högre skörd per hektar och år.

Gröda	SalixSRC	Hampa	Rörflen	Helsäd
Rörlig kostnad per MWh	77	157	141	118

Tabell 8.

Andel av kostnader i procent som är skörderelaterade, d.v.s. oberoende av odlingsareal.

Produktionsområde	Salix SRC	Hampa	Rörflen	Helsäd	Höstvete, reducerad jordbearbetning
Götalands södra slättbygder	62	51	67	58	49
Götalands mellanbygder	56	51	66	53	45
Götalands norra slättbygder	60	50	65	46	42
Svealands slättbygder	57	49	64	43	39
Götalands skogsbygder		47	64	33	
Mellersta Sveriges skogsbygder		46	63	32	
Nedre Norrland		45	63	25	
Övre Norrland		45	63	23	

## Vilka grödor kan odlas var?

Tillämpar vi samma resonemang på energigrödorna som i föregående avsnitt kan vi finna det naturligt att energiskog odlas på bördigare marker än rörflen. Rörflen har likartad eller lägre omsättning av pengar per hektar och större skörderelaterad kostnad per MWh jämfört med energiskog. Givetvis har även växtfysiologiska aspekter stor inverkan på var olika grödor odlas.

På de lägst avkastande markerna är det endast rörflen, förutom vall som inte ingår i studien, som inte har höga produktionskostnader per MWh. Rörflen har relativt stor kostnadsandel som är skörderelaterad (Tabell 8). Om marken i de minst bördiga jordbruksområdena skall användas för jordbruksproduktion är rörflen lämpligast, ur ett produktionskostnadsperspektiv. I detta resonemang är det inte beaktat stöd eller icke monetära nyttor.

På de bördigaste markerna har de traditionella livsmedelsgrödorna, höstvete, höstraps och sockerbetor, en mindre andel av kostnaden som relaterad till skördens storlek, jämfört med grödor speciellt avsedda för energi, såsom *Salix* och stråbränslen. Ur ett produktionsperspektiv ger detta en indikation på att de traditionella livsmedelsgrödorna spannmål, raps och sockerbetor, kommer att hamna på de bördigare jordarna. Omsättningen per hektar är också högre för livsmedelsgrödorna spannmål, raps och sockerbetor, när grödorna används för livsmedelsändamål. Spannmål, raps och sockerbetor bör i första hand odlas på de bördigaste jordarna, vilket gör att de bördigaste jordarna blir relativt svår-tillgängliga för *Salix* och rörflen.

Slutsatserna om var grödorna skall odlas utifrån ett lönsamhetsperspektiv blir att traditionella livsmedelsgrödor odlas på de bästa jordarna, *Salix* på de mellanbra jordarna och de lägst avkastande jordarna skall inte användas för jordbruksproduktion under dagens förutsättningar, obeaktat stöd och icke monetära nyttor. Om de sämsta jordarna skall odlas kan gräsgrödor som vall

och rörfilen vara alternativ p.g.a. låga hektarberoende kostnader. Den absoluta lönsamheten måste dock beaktas vid ställningstagandet om enskilda grödor över huvud taget skall odlas i ett område.

## **SKOGSBERÄKNINGAR**

### **Förutsättningar för skogsberäkningar**

Ett mål, som nämnts, har varit att försöka få de olika beräkningarna jämförbara. Därmed har samma kalkylränta använts (6 % realt) för både skogsträdsberäkningar, energigrödor och traditionella jordbruksgrödor. Det har även utförts analyser med en real kalkylränta på 3 % i skogsberäkningarna. Inom skogsbruket används traditionellt en lägre kalkylränta än inom jordbruket. I Agriwise (SLU) bidragskalkyler för 2007 anges en kalkylränta på 7 %. De sydliga hushållningssällskapen använde en kalkylränta på 5 % för efterkalkyler 2006 men hade 6 % i kalkylränta för efterkalkyler 2004. Lennart Eriksson (1991) skrev tidigare en rapport om åkermarksbeskogning. I den rapporten användes 3 % respektive 5 % i real kalkylränta. För ettåriga grödor har valet av kalkylränta måttlig betydelse till skillnad från skogsalternativen.

I skogsberäkningarna har en del förenklingar gjorts. Samma priser har använts för hela landet liksom samma odlingsteknik, men olika tidsintervall mellan åtgärderna. Det innebär att det är samma förhållanden mellan massaved och timmer, samma plantantal och samma virkesvolym vid varje åtgärdstillfälle i hela landet. Olika produktionsförmåga i olika delar av landet har beaktats med olika tidpunkter för åtgärderna (Tabell 9). Dessa förenklingar försämrar resultatet något, framför allt på områden med lägre årlig tillväxt. En fördel med vissa av dessa förenklingar har varit att beräkningsmetodiken har gått att få mer konsekvent mellan olika geografiska områden och trädslag. En annan fördel har varit att datainsamlingen och arbetsinsatsen med beräkningarna har kunnat reduceras med denna metodik.

Beräkningarna för hybridasp och poppel avser två omdrev (Tabell 9). Produktionskostnaden skulle kunna ha reducerats något med ytterligare ett omdrev. Framtida intäkter får dock ganska liten inverkan när en hög real kalkylränta används. I hybridaspkalkylen sker etableringen med plantor och i poppelkalkylen med sticklingar, vilket sänker produktionskostnaden för poppel jämfört med hybridasp. Vid nästa omdrev med hybridasp kommer ett rikligt uppslag av rotskott som antas bli avverkade med en energiskogsskördemaskin med noll kronor i netto. I poppelodlingen blir det stubbskott som antas sköras motormanuellt.

I kalkylen för gödslad gran är det osäkert hur stor andel av virket som kommer att godkännas som sågtimmer. Därför har det upprättats en kalkyl där det antas att inget virke blir sågtimmer, vilket reducerar resultatet betydligt eftersom massavedspriset är betydligt lägre än sågtimmerpriset (se Tabell 10). Det har även upprättats en kalkyl med samma förhållande mellan massaved och sågtimmer som i kalkylen för ogödslad gran. Om man antar att det blir ett mellanting i virkesutfall mellan inget sågtimmer alls och lika stor andel sågtimmer som i det ogödslade alternativet, kan en bedömning göras genom att använda värden mellan dessa alternativ.

I samtliga beräkningar, både för traditionella jordbruksgrödor och skog, är i stort sett samtliga kostnader beaktade. Exempel på kostnader som har tagits med i dessa beräkningar, men som ofta inte ingår i andra beräkningar är full ersättning till eget arbete och kapital och overhead-kostnad och gemensamma företagskostnader, t.ex. telefon, bokföring och vägsamfälligheter. De gemensamma företagsomkostnaderna är dock schablonmässigt bedömda och skiftar mellan olika produktionsgrenar. Kostnad för mark eller bidrag ingår dock inte i beräkningarna.

Tabell 9.

Antagna omloppstider för de olika trädslagen i de olika regionerna. Där de står två siffror avser beräkningarna två omdrev.

Produktionsområde	Poppel	Hybridasp	Gran ogödslad	Gran gödslad
Grundkalkyl	25, 48	25, 48	50	35
Götalands södra slättbygder	23, 45	26, 50	50	35
13.1.1 Götalands mellanbygder	13.1.2 31, 59	13.1.3 33, 64	13.1.4 63	13.1.5 44
Götalands norra slättbygder	27, 52	30, 57	57	40
Svealands slättbygder		33, 64	63	44
Götalands skogsbygder		36, 70	65	46
Mellersta Sveriges skogsbygder		40, 77	76	53
Nedre Norrland		44, 85	88	61
Övre Norrland			102	71

Tabell 10.

Priser för olika virkessortiment för poppel, hybridasp och gran vilka använts i beräkningarna.

	Poppel	Hybridasp	Gran
Bränsle SEK tts <sup>-1</sup>	616	616	616
Massaved SEK m <sup>-3f</sup>	13.1.6 220	13.1.7 220	13.1.8 260
Timmer SEK m <sup>-3f</sup>	330	330	465

Källa: Jonas Ek, Södra skogs 2006-11-16.

## Resultat från skogsberäkningarna

I nedanstående tabeller (Tabell 11–14) presenteras resultaten från beräkningarna. Det har både beräknats produktionskostnad per MWh och per hektar. Två olika reala kalkylräntor har använts, 3 % och 6 %.

Tabell 11:

Produktionskostnad per MWh vid 6 % ränta.

Produktionsområde	Hybridasp	Poppel	Gran, ogödslad	Gran, gödslad
Götalands södra slättbygder	207	176	272	207
Götalands mellanbygder	257	212	393	272
Götalands norra slättbygder	232	192	331	240
Svealands slättbygder	257		393	272
Götalands skogsbygder	284		431	291
Mellersta Sveriges skogsbygder	322		593	386
Nedre Norrland	375		886	494
Övre Norrland			1379	720

Tabell 12:  
Resultat i kr per hektar och år vid 6 % ränta.

Produktions- område	Hybridasp timmer	Hybridasp energi	Poppel timmer	Poppel energi	Gran ogöd- slad timmer	Gran ogöd- slad energi	Gran göd- slad massa	Gran gödslad timmer	Gran göd- slad energi
Götalands södra slättbygder	-612	-1280	57	-816	-243	-905	-737	-52	-746
Götalands mellanbygder	-1039	-1441	-521	-1028	-639	-1006	-831	-544	-890
Götalands norra slättbygder	-876	-1378	-277	-936	-491	-967	-716	-361	-839
Svealands slättbygder	-1039	-1441			-639	-1006	-831	-544	-890
Götalands skogsbygder	-1167	-1492			-702	-1022	-873	-621	-916
Mellersta Sveriges skogsbygder	-1292	-1543			-861	-1063	-1048	-881	-1044
Nedre Norrländ	-1394	-1588			-969	-1089	-1048	-945	-1031
Övre Norrländ					-1037	-1107	-1078	-1021	-1055

Tabell 13.  
Produktionskostnad per MWh vid 3 % ränta.

Produktionsområde	Hybridasp	Poppel	Gran ogödslad	Gran Gödslad
Götalands södra slättbygder	161	150	166	152
Götalands mellanbygder	179	162	195	171
Götalands norra slättbygder	172	155	182	162
Svealands slättbygder	179		195	171
Götalands skogsbygder	188		204	176
Mellersta Sveriges skogsbygder	195		238	194
Nedre Norrländ	209		288	220
Övre Norrländ			361	260

Tabell 14.  
Resultat i kr per hektar och år vid 3 % ränta.

Produktions- område	Hybridasp timmer	Hybridasp energi	Poppel timmer	Poppel energi	Gran ogöd- slad timmer	Gran ogöd- slad energi	Gran göd- slad massa	Gran göd- slad timmer	Gran göd- slad energi
Götalands södra slättbygder	486	-552	989	-289	1043	-335	25	1237	-214
Götalands mellanbygder	-4	-721	378	-452	437	-488	-75	570	-389
Götalands norra slättbygder	210	-693	640	-367	660	-433	99	824	-324
Svealands slättbygder	-4	-721			437	-488	-75	570	-389
Götalands skogsbygder	-115	-798			328	-517	-136	459	-419
Mellersta Sveriges skogsbygder	-261	-788			22	-595	-300	155	-500
Nedre Norrländ	-392	-834			-216	-656	-434	-94	-567
Övre Norrländ					-396	-703	-548	-307	-628

## Slutsatser från skogsberäkningarna

För samtliga trädslag med både 3 och 6 % i kalkylränta är det mer lönsamt för skogsägaren att satsa på massaved och sågtimmer som huvudprodukt med 2006 års prisförhållanden än på bioenergi. Det innebär att skog kanske inte ska planteras med huvudsaklig inriktning på bioenergi utan i stället mot att en viss andel av avverkningarna blir bioenergi och en viss andel massaved och timmer.

Om det skall planteras skog med avsikt att enbart producera bioenergi så sker det billigast med poppel under de antaganden som gjorts. Med 3 % ränta är det dock inte stor skillnad mot gödslad gran. Om räntan däremot sätts till 6 % ökar skillnaden mellan poppel och gödslad gran. Därefter kommer hybridasp och gödslad gran med likartade kostnader per MWh i södra och mellersta Sverige. Detta gäller både med 3 och 6 % ränta. Vid 6 % ränta är hybridasp något billigare att producera per MWh än gödslad gran men vid 3 % ränta blir det tvärtom. Ogödslad gran har högst produktionskostnad per MWh med både 3 och 6 % ränta. En förklaring till detta är att intäkterna ligger långt fram i tiden. Ogödslad gran och poppel visar dock högst hektarresultat för massaveds- och timmerproduktion med både 3 och 6 % som kalkylränta. Det har antagits ett betydligt högre pris på grantimmer än timmer från poppel och hybridasp. Ovanstående gäller således med gjorda antaganden.

## Referenser

- Börjesson P. 2007. *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*. Bilagedel, Statens Offentliga Utredningar, SOU 2007:36, Stockholm.
- Eriksson, L. 1991. *Ekonomi vid åkermarksbeskogning*. SLU, SIMS, Rapport nr 17, Uppsala, 141 s.
- Rosenqvist H. 1997. Salixodling-Kalkylmetoder och lönsamhet. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Silvestria* 24. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 241 s. ISSN 1401 – 6230. ISBN 91-576-5308-9.
- SCB. 2010. *Jordbruksstatistisk årsbok 2010*. Statistiska centralbyrån, Stockholm, s. 336–339.
- SOU-Statens offentliga utredningar. 2007. *Bioenergi från jordbruket – en växande resurs*. SOU 2007:36, Stockholm.





## Bilaga 3

### Markägares attityder till plantering av poppel, hybridasp och *Salix* som energigrödor – en enkätundersökning

Mats Hannerz, Silvinformation AB, Koriandergränd 1, 386 90 Färjestaden,  
[mats.hannerz@silvinformation.se](mailto:mats.hannerz@silvinformation.se)

Folke Bohlin, SLU, Skogens produkter, Box 7008, 750 07  
Uppsala [folke.bohlin@spod.slu.se](mailto:folke.bohlin@spod.slu.se)



*Omslagsfoto: Poppelplantering i Vämb, Skåne, hösten 2010. Foto: Mats Hannerz.*



# Innehåll

Innehåll .....	1
Förord .....	2
Sammanfattning .....	3
Bakgrund .....	5
Syfte .....	6
Attityder till plantering av poppel och hybridasp från litteraturen .....	6
Faktorer som påverkar attityderna .....	10
Ekonomi .....	10
Arrendeförhållanden .....	10
Marknad .....	10
Landskapsbild .....	10
Skötsel .....	11
Bidrag .....	11
Enkät till markägare .....	11
Material och metoder .....	11
Enkätutformning .....	11
Urval och utskick .....	12
Svarsfrekvens och bortfallsanalys .....	12
Resultat .....	13
Fastigheten och ägaren .....	13
Tidigare plantering av grödorna .....	14
Framtida plantering av grödorna .....	15
Motiv FÖR plantering av poppel, hybridasp och Salix .....	17
Motiv MOT plantering av poppel, hybridasp och Salix .....	19
Faktorer som kan öka intresset för plantering av poppel, hybridasp och Salix .....	21
Övriga kommentarer .....	21
Diskussion .....	22
Tidigare och framtida plantering .....	22
Argument för och emot energiskog .....	22
Kännedom om bidrag .....	23
Hur kan intresset för poppel, hybridasp och Salix öka? .....	23
Svarens relevans .....	24
Slutsatser .....	24
Referenser .....	25
 Bilaga 1 Fritextkommentarer till enkäten .....	27
Bilaga 2 Enkät till markägare .....	33
Bilaga 3 Tilläggsinformation om stöd till energiskogsodling .....	39

## Förord

Studien är genomförd på uppdrag av Skogforsk och SLU som ett deluppdrag inom ramen för utredningen ”Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel”, finansierat av Energimyndigheten. Enkäten har också genomförts i samarbete med projektet ”Skog på jordbruksmark nära och långt från tätort”, utfört vid Institutionen för skogens produkter, SLU, med finansiering från Skogssällskapet.

Martin Weih och Lennart Eriksson vid SLU har bidragit med värdefulla synpunkter under planeringen av arbetet. Anders Grönvall på Skogsstyrelsen har bistått med urval och adresser till respondenter. Till dessa, och framför allt de markägare som svarat på enkäten, riktas ett stort tack.

Kalmar och Uppsala

4 oktober 2010

Mats Hannerz, Folke Bohlin

## Sammanfattning

Poppel och hybridasp är två trädslag med stor potential för energiproduktion på såväl skogsmark som nedlagd jordbruksmark. Trots att erfarenheter av trädslagen i Sverige daterar sig tillbaks till 1930- och 1940-talet planteras de ännu i mycket begränsad skala. Bland annat oljekommissionen har pekat på de stora outnyttjade arealer som skulle kunna bli föremål för energiskogsodling. För att odling av grödorna ska få ett genomslag krävs acceptans från markägarna. I denna studie har vi undersökt markägarnas attityder till trädslagen, och även jämfört dem med plantering av gran, björk och *Salix* på nedlagd jordbruksmark. Syftet var att ge en bild av de hinder och möjligheter som markägare ser med trädslagen. Studien innefattar en litteraturgenomgång och en enkät riktad till markägare i två områden (län och f.d. län) där odling kan bli aktuell.

Litteraturgenomgången pekade ut några viktiga faktorer som kan påverka attityderna: 1/ Ekonomin, där höga anläggningskostnader och högre risk kopplad till långa omloppstider kan utgöra hinder, men där bidrag och hög tillväxt kan öka incitamenten för plantering. 2/ Arrendeförhållanden, där intresset för att arrendera ut mark för grödor med långa omloppstider kan vara lägre än för grödor med kort rotationstid. 3/ Marknaden, där en osäker avsättning på såg- och massavedsprodukter kan minska intresset men där energisektorn troligen kan vara en säkrare marknad. 4/ Landskapsbild, där det kan finnas ett motstånd mot igenplantering av öppna landskap, men också ett intresse för att ersätta gran med lövträdslag. 5/ Skötsel, där det finns negativa erfarenheter eller bristande kunskap kring etablering. 6/ Bidrag och byråkrati, där det finns både okunskap och olust inför krånglig administration och tvära kast i bidragssystemen.

Med litteraturstudien som grund ställdes en enkät samman till markägare med jordbruks- och skogsmark i f.d. Skaraborgs län och Västmanlands län. Den postala enkäten skickades ut 27 april 2010 till 594 markägare. Efter påminnelse erhöles 267 svar (45 %). Svaren representerade totalt knappt 12 000 hektar i vardera området, vilket motsvarade 5,6 % av den sammanlagda skogsmarken, 2,3 % av åkermarken och 2,8 % av betesmarken.

Av de svarande var det bara 11 som hade odlat poppel, hybridasp eller *Salix* under de senaste 20 åren. De totalt planterade arealerna var 2,6 ha poppel, 2 ha hybridasp och 95 ha *Salix*. Fler svarade dock att de funderar på plantering av grödorna inom den närmaste 5-årsperioden (21 för poppel, 27 för hybridasp och 12 för *Salix*). Den sammanlagt planerade arealen var 200 hektar på jordbruksmark och 35 ha på skogsmark. Översatt till all jordbruksmark inom områdena skulle den sammanlagt planerade arealen uppgå till 1 900 hektar vardera för hybridasp och poppel, och 4 000 hektar för *Salix*.

De viktigaste motiven FÖR plantering av energiskogsgrödorna på jordbruksmark uppgavs vara ”snabb tillväxt”, ”bidrar till Sveriges energiförsörjning” och ”positivt för viltet”. För gran var de viktigaste motiven ”god ekonomisk avkastning”, ”råvaran har säker avsättning” och ”grödan är lättodlad”. Björk skiljde ut sig framför allt genom att den ansågs ”positiv för landskapsbilden” och ”positiv för biologisk mångfald”.

De viktigaste motiven MOT plantering av energiskogsgrödorna var ”negativt för landskapsbilden”, ”saknar tillräckliga kunskaper om skötsel och anläggning”, ”osäker ekonomi” och (för hybridasp och poppel) ”dyr etablering”. Det främsta argumentet mot gran var också landskapsbilden, och att det var ”negativt för biologisk mångfald”. Få hade svarat att trädslagen skulle vara negativa för viltet eller att de skulle vara svåra att odla.

På en fråga om vilka faktorer som skulle kunna öka intresset för odling av poppel, hybridasp och *Salix* kom ”mera och bättre rådgivning” i topp. ”Högre bidrag” och ”lägre kostnad för etablering” framhölls särskilt för hybridasp.

En hypotes i enkäten var att kunskap om bidragens utformning kan påverka intresset. I dag finns möjlighet att få anläggningsstöd och samtidigt erhålla gårdsstöd, förutsatt att grödorna avverkas som energiskog inom 20 år. Hälften av enkäterna fick därför denna information. Den halva som fått informationen hade i högre grad angivit ”goda möjligheter att få bidrag” som motiv för plantering, jämfört med den halva som inte fått informationen. Däremot var det ingen skillnad i hur många som hade övervägt plantering den närmaste 5-årsperioden.

Bland fritextkommentarerna återkom många synpunkter som kan grupperas i kategorin ”åker ska användas för mat” och att landskapet ska hållas öppet. Många kommentarer pekade också på kunskapsbrist, där de svarande inte hade övervägt energialternativen då de saknade kunskap eller erfarenheter. Många efterlyste också mer och bättre information. Tveksamheter kring praktiska aspekter var också vanliga, bl.a. att rotsystemen förstör täckdikningssystemen och att det är svårt att bli av med hybridasp när den väl är etablerad.

Enkäten visar att intresset i dag för plantering av hybridasp och poppel är svagt, men att det ändå pekar mot en ökad plantering jämfört med tidigare. Motiven är framför allt tveksamheter att plantera igen åkermark (landskapsbild och en ovilja att ta jordbruksmark ur livsmedelsprodukt), att ekonomin är tveksam och att markägarna saknar kunskap om trädslagen. Framför allt den sista aspekten kan ha spelat roll för enkätens resultat. Troligen har många markägare aldrig övervägt alternativen energiskogsodling med hybridasp och poppel då de inte har kunskap själva, och inte har upplevt exempel från andra odlare.

Enkätresultaten pekar på behovet av förbättrad information och rådgivning kring trädslagen, där även de ekonomiska konsekvenserna är viktiga. De pekar också på behov av att sänka anläggningskostnaden (eller öka bidragen) och att trygga råvarans avsättning. Bättre kunskaper om hur odlingarna påverkar landskapsbilden krävs också. Troligen behöver odlingarna i ett område nå över en viss ”tröskel”, och att erfarenheterna från de första planteringarna blir positiva, för att intresset ska öka i större skala.

## Bakgrund

Poppel och hybridasp är trädslag med hög produktionspotential på såväl skogsmark som nedlagd jordbruksmark. Trots att båda trädslagen har prövats i Sverige sedan åtminstone 1930-1940-talen, har de bara planterats i begränsad omfattning. Fram till mitten av 2000-talet fanns cirka 400 hektar planterade på jordbruksmark. Därefter har ytterligare 91 hektar hybridasp och 122 hektar poppel godkänts för bidrag efter ansökan till Jordbruksverket (Karin Hjerpe, Skogsstyrelsen, pers. komm.). På skogsmark har cirka 1 000 hektar hybridasp och 200 hektar poppel anlagts inom ramen för det lövbidrag som betalades ut efter stormen Gudrun (Jonas Bergquist, Skogsstyrelsen, pers. komm.). Arealerna kan jämföras med de cirka 15 000 hektar som har anlagts med *Salix* som energigröda (Johansson m.fl., 2010).

Kraven på en omställning till förnybara energikällor har ökat intresset för att odla energigrödor på tidigare jordbruksmark. Potentialen bedöms som hög, och Oljekommissionen (Anon. 2006) bedömde att åkerbränslen (inkl. energived) skulle kunna bidra med 32 TWh energi år 2050. I dag är bidraget endast 1 TWh, varav *Salix* står för cirka 0,2 TWh. En förutsättning för den bedömda ökningen är att en stor del av åkermarken utnyttjas för energigrödor. Oljekommissionen uppskattade att 300 000 – 500 000 hektar kan bli aktuella. MINT-utredningen (Larsson m.fl., 2009) beräknade att cirka 400 000 hektar kan bli aktuell för intensivskogbruk, fördelat på cirka 140 000 jordbruksmark som nyligen tagits ur drift, och 260 000 hektar som förväntas bli tillgänglig inom den närmaste 40-årsperioden.

Hybridasp och poppel betraktas numera som energigrödor, sett ur ett bidragsperspektiv. Den tidigare gränsen på 10 års omloppstid är numera förlängd till 20 år, vilket betyder att både poppel och hybridasp kan odlas med omloppstider som passar för trädslagen.

På jordbruksmark finns flera olika stöd för omställning till energigrödor. Ett **investeringsstöd** för energiskog ges till plantering av *Salix*, poppel och hybridasp. Investeringsstödet kräver att planteringen hägnas mot vilt. Stödet är högst 4 000 kronor per hektar för plantering och 12 000 kronor per hektar för stängsling. **Gårdsstöd** kan också betalas ut för mark med energigrödor. Detta stöd är ett årligt bidrag som varierar över landet från ca 1 300 kr till 2 800 kr per hektar. Gårdsstödet påverkas inte av de inkomster som energigrödan ger i sig.

På skogsmark har också bidrag betalats ut för plantering av hybridasp och poppel, i form av återväxtstödet efter stormen Gudrun. Bidraget utgår med 15 000-30 000 kronor per hektar beroende på det stormfällda områdets storlek. Stödet upphör 2010.

Trots de olika stöden har intresset varit relativt svagt för nyanläggning av odlingar med hybridasp och poppel. Det kan finnas flera skäl till det, t.ex. att marknaden är osäker, att anläggning och skötsel är besvärlig och arbetsintensiv, att bidragen är otillräckliga eller att tradition och sociala förutsättningar sätter hinder i vägen. Byråkrati kring bidragen, kunskapsbrist och tillgång på plantor är andra exempel på faktorer som kan bromsa planteringarna.

Det finns också flera faktorer som kan påverka markägarnas intresse för trädslagen i positiv riktning. Dit hör t.ex. den höga produktionen och snabba omloppstiden som ger en tidigare ekonomisk utdelning än vid odling av traditionell barrskog. Andra faktorer kan vara att odlingarna upplevs positiva i landskapet, t.ex. genom att de bryter av ett i övrigt monotont jordbruks- eller granskogslandskap, eller att de bidrar med biologisk mångfald och viltvård.

## Syfte

Denna rapport ger en sammanställning av hittills publicerade erfarenheter kring plantering och skötsel av poppel och hybridasp, samt de attityder som är förknippade med dessa. Dessutom redovisas resultaten av en enkät riktad till markägare med såväl jordbruks- som skogsbruksverksamhet.

Syftet är att ge en bild av vilka hinder och möjligheter som markägare ser för plantering med dessa trädslag. I enkäten vägs ekonomiska, skötsel- och marknadsmässiga faktorer in, liksom faktorer kopplade till tradition och andra sociala aspekter. I enkäten jämförs grödorna också med *Salix*, gran och björk, vilka är andra alternativ för igenplantering på jordbruksmark.

## Attityder till plantering av poppel och hybridasp från litteraturen

I Sverige har ett mindre antal intervju- och enkätundersökningar gjorts med markägare och skogsförvaltare som har arbetat med poppel och hybridasp.

Karacic (2005) undersökte i sin doktorsavhandling bl.a. produktionen av poppel på ett 20-tal ytor från Skåne i söder till Västerbotten i norr. De skånska markägarna hade positiva erfarenheter av trädslaget. En förvaltare (gården Rydsgård i Johannesholm) uttryckte att det är ett ”lätt sätt att tjäna pengar på lite sämre marker” (intervju i Borgman, 2005). Samme förvaltare såg poppeln som ett ekonomiskt bättre alternativ än *Salix*: ”Med poppel har man mycket större valfrihet och den sköter sig i princip själv”. Karacic uppger i Borgman (2005) att plantpriset borde kunna pressas från nuvarande ca 5 kr till 1 kr. Etableringskostnaden uppgavs vara 8 000 kr per hektar, men trots den höga kostnaden var det ekonomiska utfallet mycket bra. Vid sidan av bidragen gav odlingarna ett netto på 400 – 1 600 kr per hektar och år.

Jonsson (2008) sammanställde i ett examensarbete erfarenheter av poppelodlingar i Skåne genom att dels inventera befintliga poppelbestånd, dels intervjua skogsförvaltare och skötselansvariga om deras erfarenheter av poppel. Intervjuerna med fyra förvaltare som själva odlat poppel gav både en bild av motiven för poppelplantering och erfarenheter kring anläggning och skötsel av poppel. De intervjuade bedömde att poppelodlingen kommer att öka i omfattning som en följd av ökade energipriser och hög efterfrågan på cellulosa. Det främsta skälet för att odla poppel på skogsmark var den snabba tillväxten jämfört med gran, vilket gör att poppeln kan slutavverkas efter 20–25 år. Till nackdelarna hörde en svag marknad och att arten är svårodlad. Det var framför allt etableringen som ansågs vara den svaga länken.



I examensarbetet intervjuade Jonsson också skötselansvariga på Sveaskog, Södra och Högestad & Christinehof. Sveaskog hade ännu inte testat poppel i stor skala, men bedömde att både hybridasp och poppel var intressanta alternativ för intensivodling. Sveaskog behövde inventera sina marker för att identifiera de som passar bäst för poppelodling. Poppelodling var också intressant som alternativ nära bebyggelse. Också Södra lyfte fram de estetiska skälen, vilka talar för poppelplantering nära bebyggelse. Både Södra och Sveaskog pekade på en begränsad avsättning för virket. De lyfte också fram riskerna, där det smala genetiska urvalet (en klon) kan påverka odlingssäkerheten. I valet mellan hybridasp och poppel fanns en preferens för den förstnämnda, som inte betraktas som främmande trädslag.

Enligt skogsförvaltarna har poppeln sin bästa tillväxt på finjordsrika, näringsrika marker med god tillgång till vatten. Den är i dagsläget mest aktuell på tidigare jordbruksmark. Skogsmark med hög mullhalt eller med sandig-moig morän kan vara alternativa ståndorter. De svenska erfarenheterna är dock otillräckliga.

I ett annat examensarbete undersökte Blomquist (2006) erfarenheter av lövträdsplanteringar på jordbruksmark i Skåne i samband med anläggningsstödet under första halvan av 1990-talet (Omställning 90). Arbetet baserades både på fältinventeringar och på intervjuer med markägare. En större telefonintervju med 75 svarande gav en bild av erfarenheter och vilka faktorer som spelar in i valet att plantera lövskog på jordbruksmark. I Omställning 90 anlades mycket ädellövskog, men hybridasp fanns också med bland de objekt som inventerades i studien. De vanligaste trädslagen i Omställning 90 var i Skåne ek, fågelbär, björk och hybridasp.

Blomquist (2006) fann att motivet för att plantera lövskog var möjligheten att få bidrag och att kunna föra över icke-produktiv jordbruksmark till produktiv skogsmark. Vilt- och miljövard, tätortsnära skogar och eget intresse var andra motiv. Kommuner som var markägare pekade framför allt på tätortsnära aspekter.

Många av lövanläggningarna misslyckades under den aktuella perioden. Torka och viltskador var de främsta orsakerna till plantavgångar. Den torra våren 1992 kan ha spelat stor roll (Blomquist 2006).

Av markägarna svarade 45 % att de skulle vilja vara med på ett liknande projekt, medan 39 % inte kunde tänka sig det. Flera markägare pekade på krånglig byråkrati, långa handläggningstider och EU-subventioner till jordbruket som orsaker till att inte upprepa planteringen.

Hugosson (2003) gjorde en mer riktad uppföljning av de hybridaspplanteringar på åkermark som anlagts inom ramen för Omställning 90. Planteringarna var belägna i Skåne, Uppland och Västra Götaland. I studien ingick intervjuer med markägare och förvaltare om beståndsanläggningen och inställningen till hybridasp. Resultaten pekade på att herbicidbehandling och hägning ofta är nödvändiga åtgärder för ett lyckat resultat. Intervjuerna pekade också på att hybridasp är ett intressant trädslag, men att det finns vissa farhågor kring avsättningen av virket. Majoriteten av de som prövat hybridasp var dock positiv, och skulle välja hybridasp igen.

I en studie från IVL Svenska Miljöinstitutet undersökte Paulrud och Laitila (2007) lantbrukarnas inställning till att odla energigrödor. Inställningen översattes i monetära termer. I undersökningen ingick inte poppel och hybridasp, däremot *Salix*. Analysen visade att lantbrukaren värderar energigrödor med kort omloppstid högre jämfört med energigrödor med lång omloppstid. En gröda med längre omloppstid ökar kraven på avkastning. I genomsnitt vill lantbrukaren ha 500 kronor mer per hektar och år för att odla en 10-årig gröda, och 1 200 kronor för en 20-årig gröda jämfört med ettåriga grödor. Attityden påverkas också av landskapsbilden. Lantbrukarna värderade en låg odling (0–2 m) mer än en hög (4–8 m). Äldre lantbrukare var mer negativa till högvuxna grödor.

Paulrud och Laitila gjorde också en beräkning av den förväntade arealen av energigrödor under olika scenarier. Med nuvarande bidragsnivåer kunde 29 000 hektar förväntas i de undersökta regionerna. Om intäkterna ökade med 1 000 kronor per hektar och år ökar planteringen med 10 000 hektar. Lantbrukarnas intresse för energigrödor var generellt större i Mälardalen jämfört med Skåne, Västra Götaland och Västernorrland.

Det visade sig också att markägare var mindre benägna att arrendera ut mark för fleråriga grödor. För *Salix* var bara 4 % av lantbrukarna intresserade av att arrendera ut mark, medan 25 % kunde tänka sig det för energispannmål.

Rämö m.fl. (2009) vände sig till finska skogsägare med en intervju om deras inställning till energiuttag och odling av energigrödor. Enkäten skickades under 2005 till ett slumpmässigt urval av skogsägare, och 774 svar samlades in. Av de svarande ägde 56 % också jordbruksmark. Deras inställning till energigrödor var i allmänhet positiv. 40 % trodde att energigrödor var ekonomiskt lönsamt. Samma andel var också villiga att arrendera ut åker för energigrödor, medan 33 % inte skulle tillåta det. Intresset för att arrendera ut mark för energi var större än intresset för att odla energigrödor själv.

Markägarna fick också rangordna olika energigrödor, och även ange vilka som inte var önskvärda. *Salix* var minst populärt, det visade sig att 75 % av markägarna inte skulle tillåta det. Däremot var energigräs (rörflen) och oljevaxter populära. Av studien framgår inte specifikt hur inställningen till poppel och hybridasp var.

I Rämös studie var många markägare osäkra på om de kommer att plantera energigrödor. Endast 10 % sa sig vara säkra på att de tänkte odla energigrödor under säsongen 2006-2007, medan 44 % inte avsåg det. Övriga var osäkra.

Störst intresse för odling av energigrödor hade aktiva jordbrukare, innehavare av större jordbruksarealer, och yngre markägare. De markägare som efterfrågade mest information om energiproduktion var högutbildade, stadsbor, anställda vid sidan av jord- och skogsbruket, och de äldre jordbrukarna.

I Storbritannien, Belgien, Holland, Italien, Spanien och Frankrike är erfarenheten betydligt längre av poppelodling, och i dessa länder har också en viss marknad för poppelvirket etablerats. Inom EU-projektet "Poplars: a multiple-use crop for surplus and arable land" (Anon. 2002) undersöktes bl.a. erfarenheter och attityder hos poppelodlare. Resultaten tydde bl.a. på att jordbrukare i Belgien (Flandern) var negativa till poppelodling, medan de i Storbritannien var

mer positiva. Bland lantbrukare i England, svarade 75 % att de övervägde att plantera poppel om det är ekonomiskt lönsamt. Vid en jämförelse mellan olika markanvändningsalternativ stod dock poppeln lägre även hos de brittiska lantbrukarna. Högre preferenser fanns för jordbruksgrödor, gräsmarker och blandlövskogar. Det var endast 16 % av lantbrukarna som ansåg att poppel hade höga värden för landskapsbilden, medan 24 respektive 3 % ansåg att den hade höga värden för viltvård och ekonomi (Anon. 2006).

Den brittiska delen av undersökningen har analyserats vidare av Williams & Thomas (2006). I deras rapport ges också mer detaljer. De svarande angav att deras intresse för att odla poppel hade ökat under 1990-talet. I Storbritannien fanns år 1982 13 590 hektar poppel, men det finns en potential av tillgänglig mark som skulle kunna öka denna siffra till 3 miljoner hektar. Poppel kan odlas både som högskog (för timmer och massavedsproduktion) och som "short rotation coppice" (för energiändamål). Williams & Thomas (2006) uppskattade att den sistnämnda användningen har ökat mest under 1990-talet. Det fanns en viss osäkerhet kring marknaden, där huvuddelen av enkäterna inte hade besvarat frågor om prisbilder och marknadsutsikter. Bland de som svarat trodde dock över 90 % på stabila eller ökande priser.

De beslut som föregår en trädplantering hos en lantbrukare är komplexa och varierar stort mellan olika typer av brukare/markägare. Fairweather (1992) gjorde en sammanställning av hur beslutssituationerna beskrivits i den internationella litteraturen. Fairweather konstaterade att skogsplantering har en underordnad betydelse för de flesta jordbrukare, vilket har visats i studier i bl.a. Frankrike och USA. De beslut som leder fram till plantering styrs av en mängd komplexa faktorer, där de finansiella motiven bara är en del. Motiven varierar dessutom mellan olika regioner. I brittiska studier från 1980-talet var en knapp majoritet av lantbrukarna positiva till trädplantering förutsatt att det gav någon fördel som förbättrad landskapsbild, vindskydd eller inkomster. En skotsk studie visade däremot på ett lägre intresse, och intresset varierade med ålder (äldre var minst intresserade); storlek (stora jordbruk visade högre intresse); bördighet (jordbruk med svaga marker var mer intresserade), och arrendeförhållanden (arrendatorer var mindre intresserade av skogsplantering). Andra studier har undersökt den europeiska inställningen till omställning av jordbruksmark, och de tyder på att många jordbrukare är "konservativa" och ogärna för över åkermark till skog. Om ersättningen är tillräckligt hög är det dock ändå intressant.

Attityderna till energigrödor i jordbruket i Sverige sammanfattades i den statliga utredningen om jordbruket som bioenergiproducent (Anon. 2007). Utredningen (sid 381) pekade på att många lantbrukare saknar kunskaper om och erfarenhet av energibranschen. De nya energigrödorna innebär större risker än de traditionella grödorna, och därmed större krav på avkastning. Utredningen pekade dock på att lantbrukare har en stark vilja att satsa på energiproduktion, även om deras kunskaper inte är tillräckliga. Det finns en medvetenhet om att energi är ett viktigt framtidsområde. Intresset är dock högst för ettåriga energigrödor. Så fort det handlar om fleråriga är attityderna mer negativa. De kalkylmässiga vinsterna är inte avgörande, utan i stället en ovilja att odla grödan och att binda upp marken för så lång tid som krävs för t.ex. *Salix*. När marken är utarrenderad är det också svårt att investera på längre sikt. Utredningen på-

pekade också att högväxande grödor (här refererat till *Salix*) upplevs förfulande, eller på andra sätt negativt för landskapet.

## **FAKTORER SOM PÅVERKAR ATTITYDerna**

De nämnda undersökningarna ger underlag för att kunna lista några viktiga faktorer som påverkar besluten att plantera poppel, hybridasp och *Salix*. Hänsyn till dessa faktorer har tagits vid utformningen av den enkät till markägare som redovisas nedan.

### **Ekonomi**

Lång omloppstid jämfört med ordinarie jordbruksgrödor innebär en större finansiell risk som kräver en högre ersättning. Denna värderades till 1 200 kronor per hektar och år i studien av Paulrud och Laitila (2007).

Höga anläggningskostnader för poppel och hybridasp bromsar viljan att plantera. Etableringsstödet storlek och stödet för hägn har då stor betydelse. Etableringskostnaden påverkas av bl.a. höga plantpriser (där hybridasp är betydligt dyrare än poppel).

På skogsmark är omloppstiden för hybridasp och poppel betydligt kortare än för traditionella skogsträd vilket talar för lägre avkastningskrav. En osäkrare avsättning kan dock tala för en högre finansiell risk och större krav på avkastning.

### **Arrendeförhållanden**

Arrendering av jordbruksmark försvårar etableringen av mångåriga energi-grödor, eftersom arrendeavtalen ofta är kortare än grödornas omloppstid.

### **Marknad**

Det finns en osäkerhet kring avsättningen av hybridasp och poppel, särskilt när de behandlas som virke. För energiändamål finns dock en tro på att marknaden kommer att finnas.

### **Landskapsbild**

Det saknas studier som visar vad lantbrukare och skogsägare har för inställning till de aktuella trädslagen. För *Salix* finns en motvilja då det anses förfula landskapet, men det kan vara annorlunda för poppel och hybridasp på jordbruksmark. Internationella studier visar att lantbrukare tenderar att vara konservativa, men att man kan se fördelar om träden fungerar som skydd mot vind och erosion.

På skogsmark ses poppel och hybridasp som positiva inslag nära bebyggelse, i alla fall om alternativet är granskog. Detta torde gälla även för jordbruksmark, om alternativet står mellan gran- och lövplantering.

Hägn kan vara negativt för framkomligheten.

## Skötsel

Lövträden betraktas generellt som mer svårödlade än gran, och erfarenheterna från tidigare program som Omställning 90 har bitvis varit nedslående. Det är dock etableringen som är det kritiska momentet. När träden är hägnade och etablerade ”sköter de sig själva” fram till avverkningen, om målet bara är energiproduktion.

Hägnad mot vilt är ett problem, inte bara för kostnaden vid uppsättning, utan också för att de kräver skötsel och underhåll och att det kostar att ta ner dem.

## Bidrag

Under Omställning 90 upplevdes bidragsprocessen som ”byråkratisk”. Anläggningsstödet för löv efter stormen Gudrun sågs också som invecklat jämfört med det mer generella bidraget för plantering av gran.

Det är osäkert om bidragens storlek vid etablering på åkermark är kända. Med bidrag i form av gårdsstöd borde det vara god ekonomi att odla poppel och hybridasp som energigrödor.

## Enkät till markägare

### MATERIAL OCH METODER

#### Enkätutformning

Syftet med enkäten var att kartlägga erfarenheter och attityder till plantering av poppel, hybridasp och *Salix* på såväl jordbruksmark som skogsmark. Enkät-svaren skulle också kartlägga markägarnas motiv för och emot plantering av trädslagen, samt vilka motiv som skulle kunna förändra benägenheten till plantering.

Enkäten utformades som en postal enkät med flervalsfrågor och fritextfält. Den omfattade 11 frågor, varav flera med delfrågor. Enkäten i sin helhet återfinns i bilaga 2. De områden som behandlades var:

- Om ägaren och fastigheten (ålder, avstånd till fastigheten från bostaden, fastighetens storlek fördelad på ägoslag).
- Om hybridasp, poppel eller *Salix* har planterats under de senaste 20 åren, fördelning på trädslag, areal och planteringsår, samt om markägaren var nöjd med planteringsresultatet.
- Om markägaren planerar att plantera hybridasp, poppel eller *Salix* under de närmaste 5 åren, med fördelning på sannolikhet och hektar för respektive gröda.
- Vilka motiv som talar för plantering av poppel, hybridasp och *Salix* på åker- eller betesmark. En jämförelse görs här också med björk och gran.
- Vilka motiv som talar mot plantering av grödorna.

- Vilka åtgärder som skulle kunna öka intresset för plantering av grödorna.
- Andra kommentar kring plantering av poppel, hybridasp och *Salix*.

En hypotes var att markägare har dålig kännedom om de bidrag som utgår till plantering, t.ex. att gårdsstödet kan behållas trots att planteringsbidrag erhålls. För att testa om denna information påverkar intresset för plantering delades mottagarna upp i två delar, där hälften fick information om bidragen, och hälften saknade denna information.

## Urval och utskick

Ett urval av markägare gjordes med hjälp av fastighets- och ägarregistret från Skogsstyrelsen. Detta register härrör ursprungligen från fastighetstaxeringen, men en ägares hela innehav i en kommun har slagits ihop till en brukningsenhet. Enkäterna riktades till markägare i f.d. Skaraborgs län (numera en del av Västra Götalands län) samt Västmanlands län. I båda de valda länen förekommer igenplantering av jordbruksmark med energigrödor.

I vardera länet gjordes ett urval på 300 brukningsenheter. Kriteriet var att de skulle ägas av fysiska personer. Dödsbon och juridiska personer ingick inte. Enheten skulle också ha minst 2 hektar jordbruksmark. Något särskilt urval för skogsmarksstorlek gjordes inte, då preliminära analyser tydde på att tillräckligt mycket skogsmark skulle ingå för att kunna ge en bild av intresset för plantering på jordbruks- respektive skogsmark. Urvalet stratifierades i storleksklasser som motsvarade fördelningen på storlek bland samtliga jordbruksföretag i länen.

Enkäten var en postal enkät som skickades ut den 27 april 2010. Den 2 juni skickades en påminnelse ut till de som inte svarat. I enkätutskicken bifogades ett frisvarskuvert för att underlätta returneringen av enkäterna.

## Svarsfrekvens och bortfallsanalys

Av det ursprungliga urvalet på 600 personer skickades 594 enkäter ut. De övriga 6 hade ofullständiga adresser.

Det första utskicket gav 153 svar. Efter påminnelse erhöles ytterligare 116 svar, vilket tillsammans ger 267 svar, motsvarande 45 %. Alla enkäter var dock inte fullständiga. Antalet svar per fråga framgår av resultatredovisningen. Fråga 8–10 om motiv för och emot plantering på åkermark, samt faktorer som kan påverka intresset, hade minst antal svar (totalt 189 hade gett någon kommentar till dessa frågor).

Något fler från Skaraborg hade svarat jämfört med Västmanlands län (tabell 1). Det fanns också en tendens att de med minst areal hade svarat i mindre grad.

**Tabell 1.****Antal utskick och antal svar fördelat på län och areal åker- respektive skogsmark.**

	Antal utskick	Antal svar	Andel svar, %
f.d. Skaraborgs län	298	144	48,3
Västmanlands län	296	125	42,2
<b>Areal åkermark, ha</b>			
0-10	211	83	39,3
11-20	137	58	42,3
21-50	154	68	44,2
51+	92	46	50,0
<b>Areal skogsmark, ha</b>			
0-10	275	103	37,5
11-20	95	31	32,6
21-50	109	57	52,3
51+	115	64	55,7

## RESULTAT

### Fastigheten och ägaren

De svarandes medelålder var 59,3 år (n=256, stand.avv. 12,9, min 25, max 93), fördelade på 24 % 25-49 år, 40 % 50-64 år, 36 % 65+ år. Jordbrukarnas medelålder i landet är 55-59 år, med 22 % av brukarna äldre än 65 år (Jordbruksstatistisk årsbok, 2010), vilket betyder att de svarande var något äldre än genomsnittet i landet.

Av 230 svarande bodde 182 (79 %) på fastigheten. Medelavståndet från bostaden till fastigheten var 13,2 km, med största avståndet 400 km.

Brukningsenheterna hos de svarande (255 svar) var större i Västmanland, vilket kan tillskrivas en större areal och andel skog jämfört med Skaraborg (tabell 2). Den sammanlagda fastighetsarealen hos de svarande uppgick till 24 012 hektar, varav skog 13 019 ha, åker 8 946 ha och betesmark 1 173 ha.

**Tabell 2.**

**Genomsnittlig och sammanlagd storlek på brukningsenheterna (hektar), samt fördelning på ägoslag (n=255).**

	Medel	Medel Skaraborg	Medel Västmanland	Sammanlagd areal Skaraborg	Sammanlagd areal Västmanland
Total areal	94,2	87,5	102,0	12 079	11 933
Skogsmark	51,0	39,2	65,1	5 404	7 615
Åkermark	35,1	37,8	31,9	5 217	3 729
Varav utarrenderad	9,3	8,4	10,3	1 153	1 210
Betesmark	4,6	6,5	2,3	900	272
Varav utarrenderad	1,3	1,7	0,8	237	99
Övrig mark	3,7	3,4	4,1	470	476
Varav utarrenderad	0,1	0	0,1	1	12
Arrenderad åkermark	5,7	5,4	5,9	748	687
Arrenderad betesmark	1,1	1,7	0,4	241	46

Not: Alla värden angivna i hektar. Medeltal angivet per brukningsenhet.

Arealerna i enkätsvaren motsvarar i genomsnitt 5,7 % av skogsmarksarealen, 2,3 % av åkermarken och 2,9 % av betesmarken i de båda områdena. Tabell 3 visar de totala arealer av ägoslagen i respektive område.

**Tabell 3.**

**Totala arealer fördelat på ägoslag i f.d. Skaraborgs län och Västmanlands län enligt Jordbruksverkets Statistikdatabas.**

Ägoslag	f.d. Skaraborg	Västmanland	Summa
Skogsmark	144 355	83 308	227 663
Åker	279 259	102 552	381 811
Betesmark	32 813	8 127	40 940
Annan mark	23 043	uppgift saknas	-

Not: Uppgifter från 1997 (f.d. Skaraborgs län, det senaste år när uppgifter finns) och 2007 (Västmanlands län, det första året när Heby kommun är frändraget).

## Tidigare plantering av grödorna

Av de svarande var det endast 11 som uppgav att de hade planterat poppel, hybridasp eller *Salix* någon gång under de 20 senaste åren. Fördelningen framgår av tabell 4.



**Tabell 4.**

**Antal svarande som har planterat poppel, hybridasp eller *Salix* under den senaste 20-årsperioden, och totalt planterad areal. Ingen poppel eller hybridasp hade planterats på skogsmark (n=256).**

	Antal markägare	total areal, ha
Poppel, åkermark	2	2,6
Hybridasp, åkermark	1	2
Salix, åkermark	6	88
Salix, skogsmark	1	7

Frågan om de svarande var nöjda eller inte med resultaten är mindre relevant när så få hade erfarenhet av grödorna. Fördelningen visar dock en tendens att flest var ganska nöjda, medan det fanns några missnöjda (tabell 5).

**Tabell 5.**

**Antal svarande fördelat vilken erfarenhet de hade av grödorna.**

	Mycket nöjd	Ganska nöjd	Ganska missnöjd	Mycket missnöjd
Poppel	0	1	0	1
Hybridasp	0	1	0	0
<i>Salix</i>	0	5	2	1

Bland fritextkommentarerna (se bilaga 1) fanns kommentarer framför allt kring orsaker till att tidigare odling hade misslyckats (dåliga sorter, viltskador, dåliga vintrar vid skörd, dålig rotning).

## Framtida plantering av grödorna

Intresset för framtida plantering av grödorna undersöktes med frågan om den svarande planerar att inom den närmaste 5-årsperioden plantera poppel, hybridasp eller *Salix* på fastigheten. Det framgick att få hade bestämt sig för att plantera (svaret ”Ja, definitivt”), och något fler svarade att de troligen kommer att plantera någon av grödorna (tabell 6). Summerar man de som angivit något av svarsalternativen, inklusive ”möjligen”, uppgår antalet svarande till 21 (poppel), 27 (hybridasp) och 12 (*Salix*), vilket är betydligt fler än de som tidigare har planterat grödorna. Sammanlagt var det 37 av de 253 svarande (15 %) som hade angett ja-alternativ för åtminstone något av energiskogsgrödorna.

Det är värt att notera att intresset verkar vara högre för hybridasp och poppel än för *Salix*, medan *Salix* har varit den tidigare mest använda grödan. Totalt var det 8,3, 10,6 respektive 4,8 % av de svarande som hade angivit något ja-svar för poppel, hybridasp respektive *Salix*. I den fortsatta analysen har vi slagit ihop ja-svaren till en kategori.

Intresset tenderar att vara större i f.d. Skaraborgs län än i Västmanland. Bland de som angivit ja-svar för poppel var 14 från Skaraborg och 7 från Västmanland. Motsvarande för hybridasp var 18 och 9, samt för *Salix* 7 och 5.

**Tabell 6.**

**Svarens fördelning på ambitionen att plantera någon av grödorna under den närmaste 5-årsperioden (n=253).**

Kommer du att plantera...:	Poppel	Hybridasp	Salix
Nej	231	226	240
Ja, möjligen	16	21	8
Ja, troligen	4	5	3
Ja, definitivt	1	1	1

Den sammanlagda arealen för de som planerar att anlägga odlingar med grödorna framgår av tabell 7. Arealerna på åkermark utgör 0,51, 0,52 respektive 1,25 % av den totala åkerarealen hos de svarande. På skogsmark är det en betydligt lägre andel.

De planerade arealerna hos enskilda ägare var ofta små. Av poppelplanteringar på åkermark var 36 % högst ett hektar, och motsvarande för hybridasp var 39 %. De största enskilda arealerna var 10 hektar för vardera poppel och hybridasp (hos en och samma markägare). Salix domineras av en markägare som angav en planerad areal på 55 hektar på åkermark.

Även om antalet ja-svar var högre i f.d. Skaraborg än i Västmanland var de planerade arealerna ungefär likvärdiga för poppel, något högre i Skaraborg för hybridasp, men högre för Salix i Västmanland.

**Tabell 7.**

**Sammanlagd areal (hektar) planerad för plantering av hybridasp, poppel och Salix (samtliga ja-svar).**

	poppel	hybridasp	Salix
Åkermark, alla	44,8	45,8	109,9
Skogsmark, alla	10,0	19,0	6,0
Åkermark, Skaraborg	18,8	23,8	33,0
Åkermark, Västmanland	26	22	76,9
Skogsmark, Skaraborg	10	17	4
Skogsmark, Västmanland	0	2	2

Ålder kan antas ha en viss effekt, då äldre markägare skulle kunna vara mindre intresserade av att ställa om odlingen utan att kanske själva kunna få del av slutresultatet. En viss tendens fanns att äldre var mindre intresserade av *Salix*, men yngre var mindre intresserade av poppel (tabell 8). De skillnader som kan avläsas ska dock endast ses som indikativa, då det totala antalet ja-svar var få.

**Tabell 8.**

**Andel ja-svar (%) på frågan om de kommer att plantera grödorna den närmaste 5-årsperioden fördelat på ålder hos den svarande (n=37).**

Ålder	Poppel	Hybridasp	Salix
25-49 år	3,3	10,0	8,3
50-64 år	12,0	11,9	5,0
65-93 år	5,8	9,3	1,1

En hypotes var att den information som bilagts hälften av enkäterna om möjligheterna att få bidrag skulle ha påverkat intresset för plantering av grödorna. Tabell 9 visar andelen ja-svar fördelat på med och utan bidragsinformationen. Denna visar ingen effekt alls. Resultaten ska dock återställas i relation till de få ja-svaren i enkäten.

**Tabell 9.**

**Andel ja-svar (%) på frågan om de kommer att plantera grödorna den närmaste 5-årsperioden fördelat på svarande som fått information om bidrag och de som inte har fått den (n=37).**

Bidragsinformation:	poppel	hybridasp	<i>Salix</i>
Med information	7,1	11,0	4,8
Utan information	9,5	10,3	4,8

## Motiv FÖR plantering av poppel, hybridasp och *Salix*

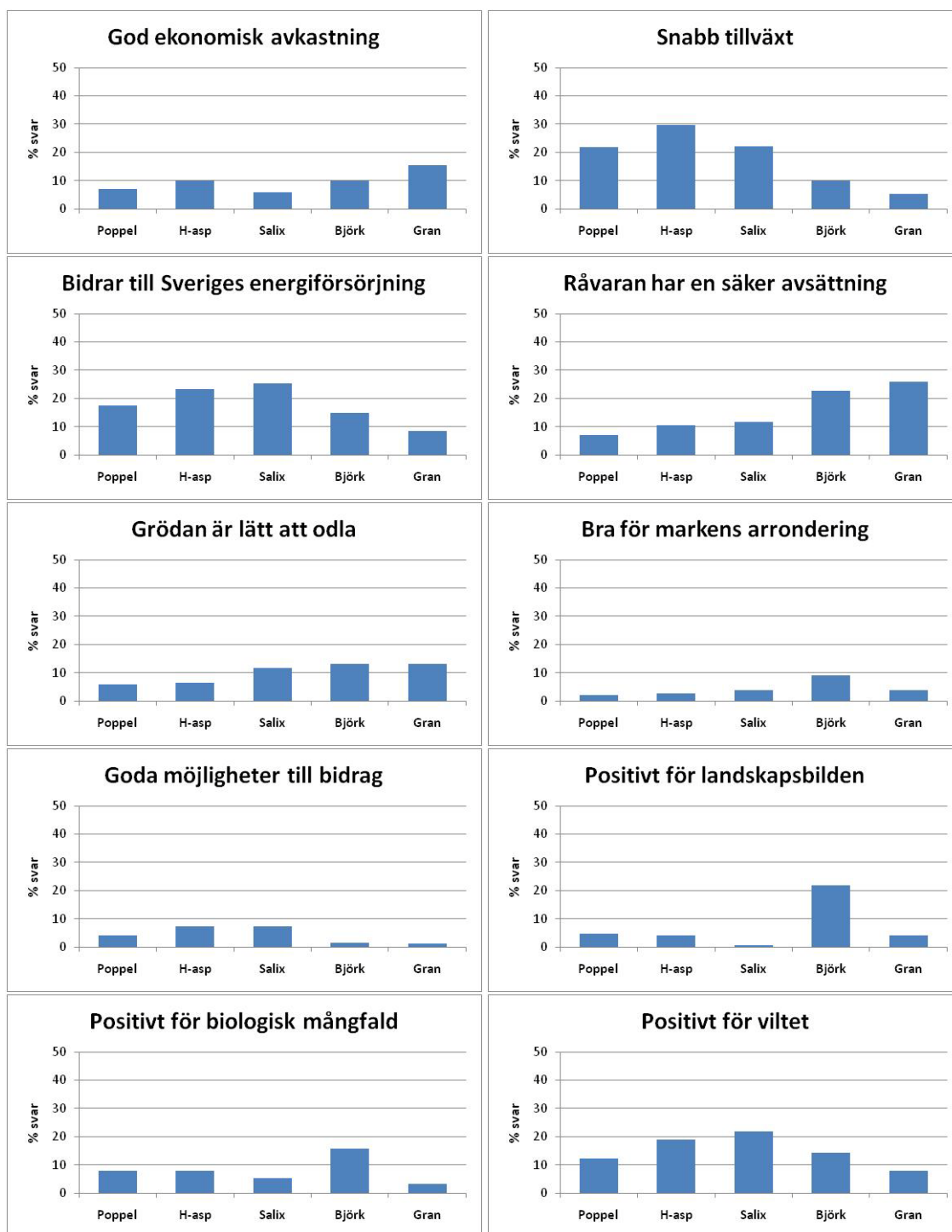
Frågan om vilka motiv som talar för plantering av olika grödor och trädslag ger en bild av vilka faktorer som enligt markägarna väger tyngst för respektive trädslag. Frågorna handlade bara om plantering på åker- eller betesmark. De undersökta energigrödorna jämfördes också med björk och gran. Figur 1 visar andelen som har kryssat i respektive motiv för respektive trädslag.

De viktigaste motiven för plantering av poppel, hybridasp och *Salix* var ”snabb tillväxt” (22–30 procent av de 189 svarande), ”bidrar till Sveriges energiförsörjning” (17–25 %) och positivt för viltet (12–22 %).

För gran var de viktigaste motiven ”god ekonomisk avkastning” (15 %), ”råvaran har en säker avkastning” (26 %) och ”grödan är lättodlad” (13 %).

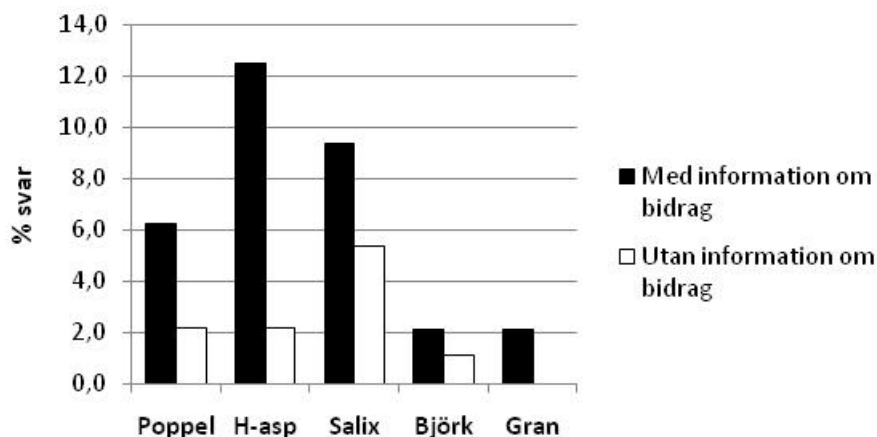
Björken skiljer ut sig framför allt genom att den anses ”positiv för landskapsbilden” (22 %) och ”positiv för biologisk mångfald” (16 %). Björken ansågs också ha en ”säker avsättning” (23 % svar).

Generellt mindre viktiga motiv var ”bra för markens arrondering” och ”möjligheter att få bidrag”.



**Figur 1.**  
Procent av de svarande (n=189) som angivit olika motiv FÖR plantering av grödorna och trädslagen på åker- och betesmark.

Motivet ”goda möjligheter att få bidrag” jämfördes också mellan den grupp som hade fått bidragsinformation (n=96 av de 189 som svarat på frågan) och den som inte fått det (n=93). Trots de få svaren indikeras en skillnad att de som erhållit bidragsinformation också ser bidragen som ett motiv för plantering av poppel, hybridasp och *Salix*.



**Figur 2.**

Procent svarande som angivit ”goda möjligheter till bidrag” som motiv för plantering av grödorna och trädslagen, fördelade på den grupp som fått (n=96) och den som inte fått bidragsinformationen (n=93).

Bland de få fritextkommentarerna till frågan (se bilaga 1) fanns usla spannmålspriser, dålig lönsamhet i jordbruket, jämnare fördelning av inkomstkällor och produktion av brännved.

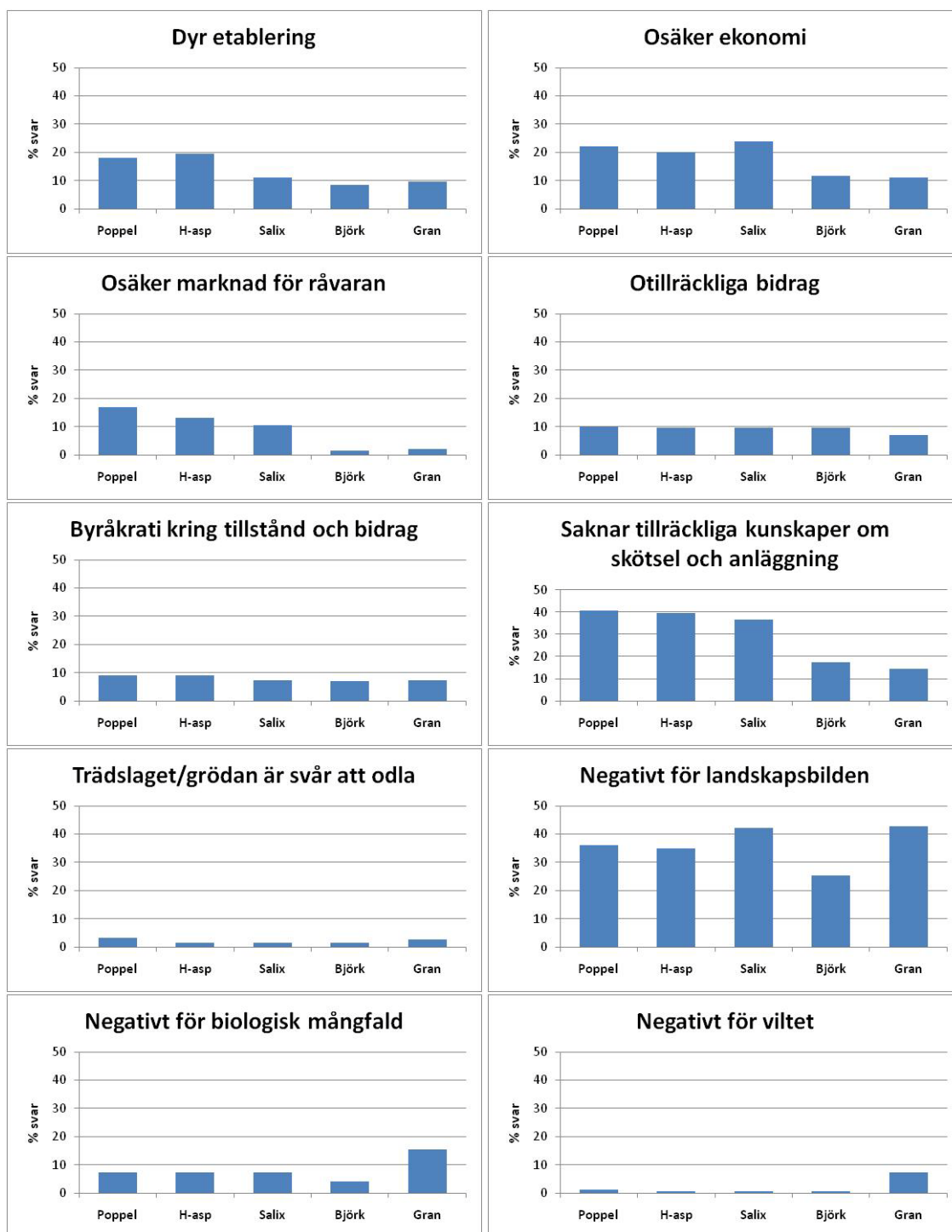
### Motiv MOT plantering av poppel, hybridasp och *Salix*

Frågan om vilka motiv som talar MOT plantering av olika grödor och trädslag ger en bild av vilka faktorer som enligt markägarna väger tyngst för respektive trädslag. Frågorna handlade bara om plantering på åker- eller betesmark. De undersökta energigrödorna jämfördes också med björk och gran. Figur 3 visar andel av de svarande som hade kryssat i respektive motiv för respektive trädslag.

De starkaste argumenten mot plantering med poppel, hybridasp och *Salix* var landskapsbilden (35-42 % av de 189 svarande), att man saknar tillräckliga kunskaper (37-41 %) och en osäker ekonomi (20-24 %). För poppel och hybridasp framhålls också dyr etablering (18-20 %).

Det främsta argumentet mot gran var också landskapsbilden (43 %), där det tillsammans med *Salix* var det trädslag som hade flest svar. Granen utmärkte sig också genom att flest ansåg att trädslaget var negativt för biologisk mångfald (15 %).

Få svar hade angivit att det skulle vara negativt för viltet, eller att grödorna skulle vara svåra att odla.

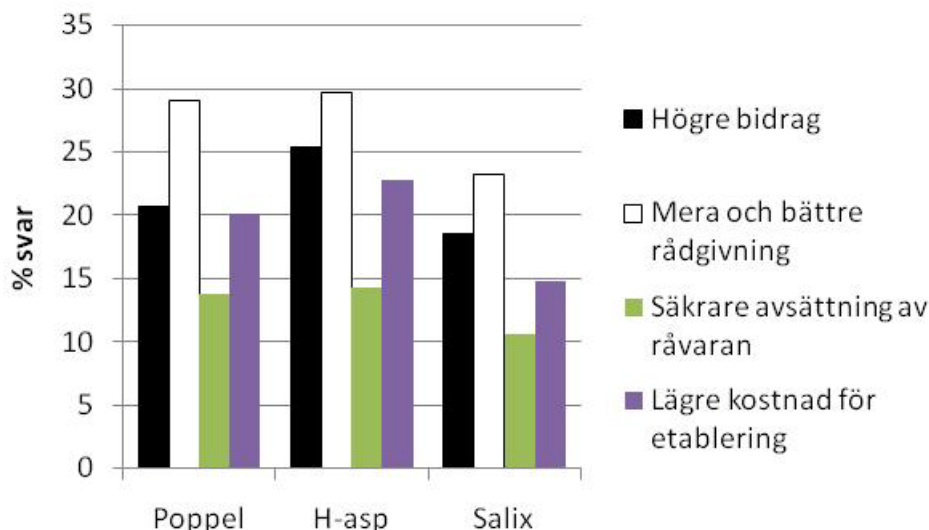


**Figur 3. Procent svarande (n=189) som angivit olika motiv MOT plantering av grödorna och trädslagen på åker- och betesmark.**

Fritextkommentarerna till motiven mot plantering (se bilaga 1) speglar en ovilja att omföra åker och betesmark till energiskog ("delar av världen svälter", "förstör åkermarken", "åkermark ska användas till livsmedel" m.fl.) Andra kommentarer handlade om att energiskogen förstör dräneringen, att ägaren var för gammal, eller att det saknades lämplig mark.

## Faktorer som kan öka intresset för plantering av poppel, hybridasp och *Salix*

Figur 4 visar procent av de 189 svarande som kryssat för olika faktorer som skulle kunna öka deras intresse för plantering av grödorna. Mera och bättre rådgivning ansågs som den viktigaste faktorn, och högre bidrag framhölls särskilt för hybridasp. En billigare etablering var också en viktig faktor för hybridasp.



**Figur 4.**  
Procent svarande (n=189) som uppgivit olika motiv som skulle kunna öka deras intresse för plantering av poppel, hybridasp eller *Salix* på fastigheten.

## ÖVRIGA KOMMENTARER

Den sista frågan i enkäten lämnades för öppna kommentarer kring grödorna. Av de 69 svaren kunde 15 hänföras till kategorin "åker ska användas för mat" och att landskapet ska hållas öppet. Här fanns kommentarer som "På goda, väldränerade åkrar ska man odla mat!", "åkermark ska EJ användas för odling av träd", "bevarande av betesmark går före allt", "dessa träd/buskar hör ej hemma på god åker som lämpar sig bäst för växelbruk för mat och fodergrödor", "vi skall värna om den goda jorden", "förstör landskapsbilden totalt", "vi måste ha lite öppen mark också på landsbygden".

Många kommentarer tyder också på en kunskapsbrist, där de svarande inte övervägt energialternativen för att de saknar kunskap eller erfarenheter: "eftersom jag helt saknar erfarenhet och kunskap om dessa trädslag är det svårt att ha en uppfattning", "jag kan för lite i ämnet", "skulle gärna odla om kunskap fanns", "tar gärna emot mera lättläst information om etablering på skogsmark", "är ej insatt i odling av *Salix*, asp m.m.", "behöver rådgivning".

Det fanns också kommentarer som andas en skepsis mot energiutbytet av grödorna: "känns inte som lösningen på Sveriges energiproblem", "är tveksam till odling av energiskog så länge det finns gott om grot i vanlig skog".

En del kommentarer är dock positiva, t.ex. ”bra för naturen”, ”kanske bra för viltet att gömma sig i”, ”minskar buller från vindkraft”.

Praktiska aspekter återkom också i flera kommentarer. ”kan ofta förstöra täckdikessystemet” (flera liknande kommentarer), ”aspen skjuter rotskott och har man väl satt den på åkern finns den där för alltid”, ”varför utnyttjas inte alla kraftledningsgator genom skogarna”, ”skulle vara inhägnad”.

## Diskussion

### TIDIGARE OCH FRAMTIDA PLANTERING

Enkäten bekräftade det svaga intresset för trädslagen som återspeglas i tidigare planteringsstatistik. Av 256 svar var det 11 som angav att de hade planterat någon av energigrödorna under den senaste 20-årsperioden. Den sammanlagda planterade arealen uppgick till 2,6 hektar poppel och 2 hektar hybridasp på jordbruksmark, samt 95 hektar *Salix* på både åker och skogsmark.

Det var fler som angav att de övervägde plantering av energigrödorna inom den närmaste framtiden. Totalt var det 21, 27 respektive 12 som svarade ja på frågan om de skulle plantera poppel, hybridasp eller *Salix*. De angivna arealerna var 44,8 respektive 45,8 hektar för poppel och hybridasp på jordbruksmark, och 10,0 respektive 19,0 hektar på skogsmark. Motsvarande siffror för *Salix* var 109,9 hektar på jordbruksmark och 6,0 hektar på skogsmark.

De uppgivna arealerna ska ställas i relation till de svarandes totala innehav av åker-, betes- och skogsmark, vilket kan ge en indikation på omfattningen för hela länen. Innehavet uppgick till 8 946, 1 173 respektive 13 019 hektar. Planteringen av poppel och hybridasp på åker- och betesmark utgör då 0,44 respektive 0,45 % av arealen. Översatt till länens totala areal av jordbruksmark (se tabell 3) motsvarar detta cirka 1 900 hektar vardera av de båda energiträdslagen. Nyanläggning av *Salix* angavs till 110 hektar på åker- och betesmark, vilket med motsvarande beräkning skulle innebära plantering på drygt 4 600 hektar på jordbruksmark.

Siffrorna är vanskliga att överföra till ett nationellt perspektiv, då det inte går att fastställa hur representativa de båda länen är, samtidigt som antalet svarande har varit lågt. Ett försök till mycket grov skattning skulle vara att siffrorna är representativa för södra Sverige upp till Dalsland, Närke, Västmanland och Uppland. I dessa och de sydligare länen finns enligt Jordbruksverkets statistik 2,208 miljoner hektar åker och 0,439 miljoner hektar betesmark. Med de andelar som beskrivits ovan skulle poppel och hybridasp kunna bli planterad på cirka 12 000 hektar vardera. Till det kommer plantering i nordligare län samt plantering på skogsmark.

### ARGUMENT FÖR OCH EMOT ENERGISKOG

De främsta argumenten för plantering av energiskog var den snabba tillväxten, bidraget till Sveriges energiförsörjning samt att det är positivt för viltet. Gran på jordbruksmark skiljer ut sig genom att fler anser att den ger en god ekonomisk avkastning, att råvaran har en säker avkastning och att den är lätt att odla. För björk utmärker sig också säker avkastning för råvaran och att arten är lätt



att odla, men mest tydligt var trädslagets betydelse för landskapsbilden samt för den biologiska mångfalden. För *Salix* var det bara en svarande som angav landskapsbilden som positivt motiv, och för poppel och hybridasp var det lika många svar som för gran.

De främsta argumenten mot plantering av poppel, hybridasp och *Salix* var att grödorna är negativa för landskapsbilden samt att de svarande saknade kunskap om skötsel och anläggning. Kunskapsbristen återkom också i många av fritextkommentarerna.

I enkäten ställdes inte matproduktion mot energiproduktion. Fritextkommentarerna visade dock att många jordbrukare hyser ett motstånd mot att överföra mark från livsmedel till träd. Detta uttrycktes med viss emfas i många av kommentarerna.

Dyr etablering och osäker marknad utmärkte också energigrödorna i jämförelse med gran och björk.

Det kan också noteras att det var betydligt fler som hade angivit argument mot än för energigrödorna.

Bland fritextkommentarerna framkom flera odlingstekniska argument kring trädslagen. Förstörd dränering på åkermark och rädslan för viltskador var återkommande kommentarer.

## **KÄNNEDOM OM BIDRAG**

Argumenten ”goda möjligheter till bidrag” respektive ”otillräckliga bidrag” angavs av relativt få svarande. Däremot syntes en skillnad i hur många som angivit ”goda möjligheter till bidrag” mellan den halva som fått information om gårdsstödet utformning jämfört med de som inte fått den. Bland de som fått informationen var det betydligt fler som angivit argumentet. Totalt sett var det dock få som hade angivit argumentet över huvud taget.

Informationen om bidrag påverkade inte heller andelen som hade uppgivit om de planerade att plantera trädslagen.

## **HUR KAN INTRESSET FÖR POPPEL, HYBRIDASP OCH SALIX ÖKA?**

Mer och bättre rådgivning angavs som den viktigaste faktorn för att öka intresset, följt av högre bidrag. Billigare etablering var också ett viktigt argument för hybridasp och poppel.

Kunskapsbristen framgick också av fritextkommentarerna, där argument som ”inte insatt”, ”skulle gärna odla om kunskap fanns”, ”mera lättläst information”, ”behöver rådgivning” etc. var vanliga.

Enkäten fångade inte in frågor kring markägarnas olika nätverk och kontakter med rådgivare. Många av dessa, som LRF, Hushållningssällskap etc., kan troligen ha en viktig roll för att sprida kunskap och initiera försöksodlingar.

## SVARENS RELEVANS

Det framgick att många saknade kunskap om energiskog med hybridasp och poppel, och att de sannolikt inte hade reflekterat över detta alternativ tidigare. Om en markägare svarat ”nej” på frågan om plantering inom den närmaste 5-årsperioden behöver detta inte vara ett aktivt ställningstagande mot energigrödorna, utan speglar i stället att frågeställningen är ny för dem. Bristande kännedom kan också ha gjort att svarande hoppade över frågorna om argument för och emot plantering av trädslagen. Totalt hade 189 returnerade enkäter svar på någon av frågorna 8-10. Ett uteblivet svar på dessa behöver inte betyda att den svarande inte höll med påståendet.

Frågans formulering kan i vissa fall ha påverkat svaren. Motivet ”Bra för markens arrondering” hade t.ex. få svar, trots att intervjuundersökningar visar att arronderingen av jordbruksmarken är ett viktigt argument för många jordbrukare att plantera igen svårtillgängliga delar av marken.

Svarsfrekvensen 45 % är inte tillräcklig för att svaren ska vara helt representativa för markägarna inom varje område. Bortfallsanalysen tyder på att ägare med större fastigheter har svarat i högre grad. Det är också sannolikt att mindre gårdar har en större ”tröskel” för att pröva nya grödor som skiljer sig radikalt från den traditionella markanvändningen på jordbruksmark.

Det var långt ifrån alla aspekter som kunde fångas in med de fasta svarsalternativen i enkäten. Fritextkommentarerna visade till exempel att motsättningen mellan livsmedels- och energiproduktion är viktig för många lantbrukare. Enkäten tog heller inte upp praktiska aspekter mer i detalj. Där framkom också aspekter som att rötterna förstör dräneringen och att det är svårt att bli av med en etablerad hybridaspplantering.

## Slutsatser

- Resultaten tyder på att energiskogsplanteringarna kan öka jämfört med tidigare. Av 256 svarande hade bara 11 planterat poppel, hybridasp eller *Salix* någon gång under den senaste 20-årsperioden. Under den närmaste 5-årsperioden överväger däremot 37 av 253 (15 %) att plantera någon av energiskogsgrödorna. Fler övervägde hybridasp (27 svar) och poppel (21) än *Salix* (12).
- Den sammanlagt planerade arealen uppgick till 45 hektar vardera för poppel och hybridasp på jordbruksmark, och 10 respektive 19 hektar på skogsmark. *Salix*arealen var större: 110 hektar på jordbruksmark och 6 hektar på skogsmark. Översatt till all jordbruksmark i de undersökta länen motsvarar detta 1 900 hektar vardera av poppel och hybridasp och 4 600 hektar av *Salix*. Dessa arealer är dock långt under den potentiellt tillgängliga arealen enligt t.ex. oljekommissionen.
- Det finns en stor kunskapsbrist, och många anger behov av information och rådgivning som en viktig faktor för att öka intresset för energiskog. Många av de negativa svaren om framtida plantering beror sannolikt på kunskapsbrist och att de aldrig reflekterat över energiskogsodling som alternativ.

- Viktiga argument mot plantering av energiskog är att jordbruksmarken ska användas för livsmedelsproduktion, att landskapsbilden påverkas och att ekonomin är osäker.
- Viktiga argument för plantering är trädslagens snabba tillväxt, att de kan bidra till Sveriges energiförsörjning och att planteringarna är positiva för viltet.
- Sannolikt finns en låg kunskap om bidragens utformning och storlek. Respondenter som erhållit information om gårds- och anläggningsstöd svarade i högre grad ”goda möjligheter att få bidrag” som argument för plantering.
- Ökad kunskap om de praktiska aspekterna kring energiskogsodling krävs, bl.a. för att få ner anläggningskostnaderna, öka överlevnaden, minska påverkan på åkermarkens dräneringssystem och för att underlätta återställning till jordbruksmark.

## Referenser

- Anon. 2002. Poplars: a multiple-use crop for surplus arable land. Final project report from DEFRA project NF0408, part of European PAMUCEF project (EC FAIR6CT98-4193). CSG 15.
- Anon. 2007. Bioenergi från jordbruket – en växande resurs. Betänkande av Utredningen om jordbruket som bioenergiproducent. SOU 2007:36.
- Blomquist, A. 2006. Uppföljning av plantering på nedlagd åkermark i Skåne 1991-1996. Examensarbete nr 76, Inst. för sydsvensk skogsvetenskap, SLU, Alnarp.
- Borgman, T. 2005. Poppelodling – i gränslandet mellan jord- och skogsbruk. Jordbruksaktuellt 2005-09-14.
- Fairweather, J. R. 1992. A tree model for Hawkes Bay farmer's tree planting decisions. Research report No. 215. Agribusiness & Economics Research Unit, Lincoln University, Canterbury, NZ. 51 pp.
- Hugosson, T. 2004. Hybridasp på åkermark – hur gick det? Examensarbete i ämnet skogshushållning, SLU, Uppsala.
- Johansson, T., Karacic, A., Rytter, L. & Weih, M. 2010. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel – P32514. Rapport till energimyndigheten. Skogforsk och SLU.
- Jonsson, V. 2008. Skogsbrukets erfarenheter av Poppel, *Populus* sp., i Skåne. SLU, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Examensarbete nr 109.
- Jordbruksstatistisk årsbok, 2010. Statistiska centralbyrån och Jordbruksverket.
- Karacic, A. 2005. Production and ecological aspects of short rotation poplars in Sweden. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala 2005.
- Larsson, S., Lundmark, T. & Ståhl, G. 2009. Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo2008/1885.
- Paulrud, S. & Laitila, T. 2007. Lantbrukarnas attityder till odling av energigrödor – värderingsstudie med choice experiment. IVL Rapport 1746.

- Rämö, A.-K., Järvinen, E., Latvala, T., Toivonen, R. & Silvennoinen, H. 2009. Interest in energy wood and energy crop production among Finnish non-industrial private forest owners. *Biomass and Bioenergy* 33, 1251–1257.
- Williams, F. C. & Thomas, T. 2006. Some key issues concerning current poplar production and future marketing in the United Kingdom. *New Forests* 31, 343–359.

### Fritextkommentarer till enkäten

Fritextkommentarer till frågan om egen utförd plantering:

- Planteringen ingick i en serie försöksodlingar och var förlagd på åkermark (Salix).
- På våra slätter odlas vete inte skog.
- 98 % rotade sig aldrig/dog (poppel).
- Dåliga sorter på tidigt 90-tal har och kommer att avsluta denna odling (Salix).
- Det var bara ett prov och en hel del har gått ut (Salix).
- Dåliga vintrar vid skörd (Salix).
- Har planterat hybridasp vid flera tillfällen för att komplettera utgången björk, men aspen har förstörts av älg och kronhjort. Poppel skadas ej alls av viltet (poppel).

Fritextkommentarer till motiv för plantering på åker- och betesmark:

- Usla spannmålspriser, i dag ca 3000 kr förlust per ha.
- Dålig lönsamhet på jordbruket.
- Fördelning av inkomstkällor (Salix, hybridasp, poppel).
- Hör ej hemma på åkermark (poppel).
- Blir snart avverkning till ved, bränsle på gården (hybridasp).

Fritextkommentarer mot plantering på åker- och betesmark:

- Delar av världen svälter!
- Ej resurseffektivt.
- Marken är odikad och skulle bli förstörd och svår att återställa.
- Åkermark ska ej planteras igen.
- Förstör åkermarken.
- Marken jag äger vill jag hålla öppen.
- All mark används för foderproduktion.
- Viltskador.
- Min ålder (poppel).
- Förstör dränering.
- Förstör dränering (Salix).
- Inte utrymme eller behov.
- Åkermark ska värnas.
- Negativ återställning åker.

- Min ålder (poppel, hybridasp).
- Behöver foder till mina djur.
- Bedriver djurhållning.
- Gården ska säljas.
- Åkermark skall användas till livsmedel.
- Man ska inte plantera igen åker o betesmark.
- Saknar lämplig mark.

Fritextkommentarer till faktorer som kan öka intresset för plantering av poppel, hybridasp och Salix:

- Bättre kemiska medel som håller ogräs borta under etableringen.
- Om man tjänar riktigt bra.
- Generationsskifte.
- Inhägnad (poppel och hybridasp).
- Bättre betalt.
- Mer ekonomiska möjligheter att kunna höja vår matförsäljningsgrad å att behålla öppna landskap.

Övriga fritextkommentarer:

- ”En gång hybridasp – alltid hybridasp”? Aspen skjuter ju som bekant rotskott och har man väl satt den på åkern finns den där för alltid. Om man skulle vilja odla annat blir det svårt att få bort stubbar och rötter (jämfört med andra trädslag). Är också lite osäker på det här med införandet av människan manipulerande korsningar. Hur påverkas t.ex. vår vanliga asp.
- Salix planterades enbart för viltet. I princip viltåker.
- Åkermark skall EJ användas för odling av träd.
- Allmänna intresset för snabbväxande massaved/energived.
- Att plantera träd på bra åkermark är helt fel, plantera träd där det inte går att odla mat.
- Beräknar inte plantera någon skog alls inom överskådlig framtid (20–25 år).
- Bevarande av betesmark går före allt.
- Bra för naturen.
- Både hybridasp och poppel går faktiskt att såga. Hybridasp kan ersätta gran som konsumtionsvirke och har även andra tillämpningar. Fastna inte i energitänkande.
- Bättre utan bidrag, marknaden styr. Bättre med frihet.

- Bör odlas på mark som inte går att ha till annat. Vi ska värna om den goda jorden!! Samhället bör hushålla med energin. Jag tycker vi ska värna den goda jorden och möjligtvis odla energiskog på magra, sluttande marker, eller kilar och hörn för att rätta till vissa markers arrondering. – Varför utnyttjas inte alla kraftledningsgator genom skogarna? Energiskog skördas ju innan den blir för hög.
- Den största delen av marken är utpräglad barrskogsmark, någon hektar är myrmark (torvmosse).
- Dessa träd/buskar hör ej hemma på god åker som lämpar sig bäst för växelbruk för mat och fodergrödor.
- Det eventuella utbytet är (var) förhållandevis svagt. Salixodlingen etablerades på mulljord, vilket bidrog till en stark ogräsförekomst första åren.
- Det positiva med poppel är att det skjuter stubbskott och ej rotskott! Dessutom är det lätt att avverka beståndet och återgå till åker – eller betesmark. Problemet med både poppel och Salix är ju att rötterna förstör dräneringen.
- Det största och enda motivet mot att plantera poppel, hybridasp eller Salix är det att täckdikningen förstörs.
- Då jag aldrig hittills fått ett öre i någon sorts bidrag till mitt skogsbruk – utan tvärtom blivit av med några har som gratis nyckelbiotop- kan jag inte svara på frågor ang. bidrag. För mig tycks det vara ett dåligt byråkratskämt.
- Då naturvårdsverket har tagit 43 hektar av ena gården och 13,5 hektar av min andra gård, så ser jag det i nuläget svårt att gå in och odla poppel, hybridasp och salix på mina gårdar.
- Eftersom jag helt saknar erfarenhet och kunskap om dessa trädslag är det svårt att ha en uppfattning. Vår gård skulle troligen passa bra att odla energi på om inte mjölken har en framtid.
- Eftersom jag inte har planer på att plantera något, så har jag inte satt mig in i frågan, därav inga svar på fråga 8-10. I nuläget kan inget få mig att plantera då åkermarken är utarenderad o betet behövs till bete. Hoppas dessa svar duger.
- F.n. ej aktuellt. Vi måste ha lite öppen mark också på landsbygden.
- Fastigheten ligger bland de bästa åkermarkerna på Varaslätten Arronderingen är den bästa. Dräneringen är tillfredsställande. Någon plantering av energiskog är inte aktuellt.
- Fastigheten är belägen på västra sidan av Billingen ett par km norr om Hornborgasjön. Så väl åker som betesmarken är klassade med högt naturvårdsvärde och inte aktuella för energiskog!
- För närvarande är det ej aktuellt med plantering. Befintlig skog är blandskog mestadels för användning till ved och husbehov.
- Förstör landskapsbilden totalt.
- Har för lite kunskap. Behöver rådgivning!

- Har inga kommentarer till frågorna 8-10 eftersom det aldrig varit aktuellt med sådan plantering på mina 2 ha.
- Har satsat på restaurering av betesmark och skötsel av små åkrar för att hålla landskapet öppet som tidigare därför ej aktuellt att plantera ovanstående trädarter.
- Har släppt upp lövskog tidigare efter kalhygge. Har inga planer att nyplantera.
- Hybridasp blir dyr att odla pga att det krävs hägn.
- Inte intresserad, jag vill odla mat.
- Jag har aldrig planterat dessa trädslag på min fastighet, och har ej för avsikt att göra det.
- Jag har dålig koll på det här, så jag har svarat på det som jag kan.
- Jag kan för lite i ämnet. Skulle jag plantera i framtiden så var det i första hand för viltet.
- Jag tycker personligen att det ser bedrövligt ut av dessa småskogar på åkermark med hybridväxter. Kanska bra för viltet att gömma sig i.
- Jag vill egentligen låna ut marken för bete, men nu finns inte längre några betesdjur i omgivningen. Jag vill helst hålla marken öppen o betad och har ännu inte reflekterat över plantering.
- Jag vill inte plantera igen åker och betesmark.
- Jag är 83 år och har ingen uppfattning om detta? Tack.
- Jag är för gammal för att börja med sådan här odling.
- Jag är intresserad av grova aspar, björkar, popplar på passande små arealer för att få ved till egen panna.
- Jag är ej insatt i frågan.
- Känns inte som lösningen på Sveriges energiproblem. Fult!
- Man ska odla på den mark som finns till djur som jag har för mjölkproduktion.
- Minskar eventuellt buller från vindkraft.
- Nej jag tänker inte plantera något av alternativen. Har sett mina grannar och tagit del av deras dåliga resultat. Det är ju inte resultat så man hoppar högt precis.
- Odla grödor för mat och oljeproduktion skall gälla för åkermark. Skog har vi gott om på övrig mark.
- Punkt 8-10 kan ej svara på frågorna, ej tillräckligt insatt och har inte för avsikt att odla energiskog.
- På den fastighet jag arbetar som skogsförvaltare har vi hybridasp sedan 40 år tillbaka ca 15 ha.



- På goda, väl-dränerade åkrar ska man odla mat!! Bränsle etc på övrig mark. Träd på åker kan ofta förstöra täckdikessystemen genom att rötter växer in i rören. Gäller inte minst Salix!
- Salix vet man en del om, poppelhybrider i princip ingenting.
- Ska inte planteras på åkermark.
- Skulle vara inhägnad. Viltstängsel.
- Svårt att svara på frågor när man inte är insatt! Skulle gärna odla om kunskap fanns.
- Svårt att återställa.
- Tar gärna mot mera lättläst information om etablering på skogsmark.
- Träng inte ut granen, den utgör ett bra skydd för både människor och djur.
- Tycker det räcker med våra naturliga föryngringar i skogen marken kommer vi nog hålla uppe så länge vi orkar och det lönar sig.
- Tycker det är helt fel att plantera igen åkermark.
- Vet alldeles för lite om detta men är intresserad av energiodling på 3 hektar.
- Vi har planterat gran, tall på 6 hektar. Ska en ha något annat?
- Vi har vallodling för våra hästar. Därför är inte detta intressant.
- Vi planterade under slutet av 90-talet 27500 träd av björk och gran som har utvecklats mycket bra. På åkermark.
- Vår fastighet är endast en hästgård. Vi har inga synpunkter på odling av poppel, hybridasp eller Salix.
- Vår kalkyl avgörs av 2 faktorer: 1) Nettointäkten Salixodling/år contra vad vi får i arrende. 2) Arbetsinsatsen, som är låg vid Salix-odling.
- Är ej insatt i odling av Salix, asp m.m. Tycker enkäten var svår att svara på.
- Är ej så insatt i ämnet. Har jagat i jaktlag där det finns Salix, viltet trivs i Salix.
- Är inte intresserad att förstöra åkermark med plantering.
- Är snart pensionär, ska sälja fastigheten.
- Är tveksam till odling av energiskog så länge det finns gott om GROT i vanlig skog.



### Enkät till markägare



26 april 2010

## Enkät om attityder till plantering av poppel, hybridasp och Salix

### Bästa markägare!

Skogforsk och Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) har fått i uppdrag att undersöka förutsättningarna för ökad plantering av poppel och hybridasp i Sverige. Uppdraget kommer från Energimyndigheten och syftar i första hand på odling av trädslagen som energigrödor.

En del i uppdraget är att undersöka inställningen hos markägare till plantering av poppel och hybridasp i jämförelse med Salix, björk och gran på åkermark. Detta undersöks bland annat genom denna enkät. **Enkäten tar cirka 10 minuter att fylla i** (förutsatt att du har uppgifterna till hands).

Ditt svar är viktigt oavsett vilken erfarenhet du har av trädslagen/grödan. Ditt svar kan inte ersättas av någon annans. Vi hoppas därför på din hjälp och att du har möjlighet att skicka in svaren inom två veckor i bifogat svarskuvert (som är **portofritt och därför inte behöver frankeras**).

Ditt svar är självklart konfidentiellt. När resultaten från undersökningen så småningom presenteras, går det inte att utläsa vad du eller någon annan markägare har svarat. Vi redovisar bara genomsnitt för grupper.

Det kodnummer som finns angivet uppe till höger på frågeformuläret är bara till för att vi ska kunna pricka av de som svarat, och slippa skicka påminnelse i onödan.

Om du undrar över något, kontakta gärna någon av undertecknade.

Ett stort tack på förhand för din medverkan i undersökningen.

Bästa hälsningar

Mats Hannerz  
(på uppdrag av Skogforsk och  
SLU)  
Silvinformation AB  
Kolonivägen 6B  
741 44 Knivsta  
Tel: 018-34 28 54  
[mats.hannerz@silvinformation.se](mailto:mats.hannerz@silvinformation.se)

Martin Weih  
Institutionen för  
växtproduktionsekologi  
SLU  
Box 7043  
750 07 Uppsala  
Tel: 018-67 25 43  
[martin.weih@vpe.slu.se](mailto:martin.weih@vpe.slu.se)

Folke Bohlin  
Inst. för skogens produkter  
SLU  
Box 7008  
750 07 Uppsala  
Tel: 018-67 35 21  
[folke.bohlin@sprod.slu.se](mailto:folke.bohlin@sprod.slu.se)

Kod: \_\_\_\_\_

## Enkät om attityder till plantering av poppel, hybridasp och Salix

1. Hur långt har du från din huvudsakliga bostad till din fastighet<sup>1</sup>? Ange ungefärligt avstånd i kilometer. Bor du på fastigheten, ange 0. \_\_\_\_\_ km

2. Din ålder: \_\_\_\_\_ år

3. Hur stor är din fastighet? Totalt: \_\_\_\_\_ hektar

Därav:

skogsmark: \_\_\_\_\_ hektar

åkermark: \_\_\_\_\_ hektar, varav \_\_\_\_\_ hektar är utarrenderad

betesmark: \_\_\_\_\_ hektar, varav \_\_\_\_\_ hektar är utarrenderad

övrig mark: \_\_\_\_\_ hektar, varav \_\_\_\_\_ hektar är utarrenderad

Dessutom arrenderar jag \_\_\_\_\_ hektar åkermark och \_\_\_\_\_ hektar betesmark

4. Har du planterat hybridasp, poppel eller Salix på fastigheten under de senaste 20 åren?

☐

Ja

☐

Nej (fortsätt till fråga 6)

5a. Om ja, vilka trädslag har odlats på åker- eller betesmark?

☐

Poppel: När (årtal): \_\_\_\_\_ Areal \_\_\_\_\_ hektar

☐

Hybridasp: När (årtal): \_\_\_\_\_ Areal \_\_\_\_\_ hektar

☐

Salix: När (årtal): \_\_\_\_\_ Areal \_\_\_\_\_ hektar

5b. Om ja, vilka trädslag har odlats på skogsmark?

☐

Poppel: När (årtal): \_\_\_\_\_ Areal \_\_\_\_\_ hektar

☐

Hybridasp: När (årtal): \_\_\_\_\_ Areal \_\_\_\_\_ hektar

☐

Salix: När (årtal): \_\_\_\_\_ Areal \_\_\_\_\_ hektar

5c. Om du har planterat vid flera tillfällen kan du komplettera uppgifterna från ovan här:

---

---

---

5d. Är du nöjd med resultatet av planteringen/planteringarna?

☐

Ja, mycket nöjd

☐

Ja, ganska nöjd

☐

Nej, ganska missnöjd

☐

Nej, mycket missnöjd

Eventuell kommentar: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> Enkäten vänder sig till en brukningsenhet (en–flera fastigheter inom en kommun). Om denna består av flera fastigheter, ange avståndet till den huvudsakliga fastigheten.

Fortsättningsvis avser vi hela brukningsenheten när vi använder uttrycket "fastighet".

6. Planerar du att inom den närmaste 5-årsperioden plantera poppel, hybridasp eller Salix på fastigheten? (markera X i ett alternativ för varje växtslag)

	Poppel	Hybridasp	Salix
Nej	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ja, möjligen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ja, troligen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ja, definitivt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Om du planerar att odla poppel, hybridasp eller Salix inom den närmaste femårsperioden, hur stor areal planerar du?

	Poppel	Hybridasp	Salix
Hektar på åker- eller betesmark	_____	_____	_____
Hektar på skogsmark	_____	_____	_____

8. Beskriv vilka motiv som du anser talar för plantering av poppel, hybridasp, Salix, björk och gran på åker- eller betesmark (flera motiv kan kryssas i för varje gröda):

	Poppel	Hybridasp	Salix	Björk	Gran
God ekonomisk avkastning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Snabb tillväxt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bidrar till Sveriges energiförsörjning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Råvaran har en säker avsättning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trädslaget/grödan är lätt att odla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bra för markens arrondering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Goda möjligheter till bidrag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positivt för landskapsbilden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positivt för biologisk mångfald	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Positivt för viltet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andra motiv					

**9. Beskriv vilka motiv som du anser talar mot plantering av poppel, hybridasp, Salix, björk och gran på åker- eller betesmark (flera motiv kan kryssas i för varje gröda):**

	Poppel	Hybridasp	Salix	Björk	Gran
Dyr etablering <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Osäker ekonomi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Osäker marknad för råvaran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otillräckliga bidrag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Byråkrati kring tillstånd och bidrag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saknar tillräckliga kunskaper om skötsel och anläggning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Trädslaget/grödan är svår att odla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Negativt för landskapsbilden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Negativt för biologisk mångfald	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Negativt för viltet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andra motiv					

**10. Finns det något som skulle kunna få dig mer intresserad av att plantera poppel, hybridasp eller Salix på din fastighet (avser alla ägoslag)?**

	Poppel	Hybridasp	Salix
Mera och bättre rådgivning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Högre bidrag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Säkrare avsättning av råvaran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lägre kostnad för etablering	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andra motiv			

<sup>2</sup> Med "etablering" avser vi alla åtgärder i samband med etableringen av grödan: markbehandling, plantering, hägnad m.m.

**11. Har du några andra kommentarer om poppel, hybridasp eller Salix får du gärna skriva dem här.**

---

---

---

---

---

---

**Stort tack för din medverkan!**





### Tilläggsinformation om stöd till energiskogsodling

Hälften av enkätutskicken innehöll följande informationsruta presenterad före fråga 6.

Vid odling av energigrödor, till vilka räknas Salix, hybridasp och poppel, är man fortfarande berättigad att få gårdsstöd, förutsatt att avverkning sker inom 20 år. Gårdsstödet uppgår till ca 2 500 kr/ha och år beroende på läge i landet. Anläggningskostnader stöds till 40 % eller max 5 000 kr, stängslingskostnader stöds också till 40 % eller maximalt 12 000 kr/ha.



## Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2010

År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lundström, A. 2010. Förädlingseffekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.
Nr 711	Mullin, T.J., Hallander, J., Rosvall, O. & Andersson, B. 2010. Using simulation to optimise tree breeding programmes in Europe: an introduction to POPSIM™. 28 s.
Nr 712	Jönsson, P. 2010. Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön? 14 s.
Nr 713	Eriksson, B. & Sonesson, J. 2010. Tredje generationen skogsbruksplaner – Slutrapport DELproj 4 – Arbetsgång vid planläggning. 23 s.
Nr 714	Sonesson, J. 2010. Nya arbetssätt i skogsbruksplanläggning. 20 s.
Nr 715	Eliasson, L. 2010. Huggbilar med lastväxlarsystem. 13 s.
Nr 716	Eliasson, L. & Granlund P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross – En studie av CBI 8400 hos Skellefteå Kraft. 6 s.
Nr 717	Stener, L.G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska försök. 46 s.
Nr 718	Palmquist, C. & Sandberg, J. & Vibrationskomfort och ergonomi på förarstolar i skotare. 98 s.
Nr 719	Thor, M. 2010. Avverkning och hantering av virke och avverkningsrester vid angrepp av tallvedsnematoder i svensk skog. 42 s.
Nr 720	Fogdestam, N. 2010. Studier av Biotassu Griptilt S35 i gallring. 11 s.
Nr 721	Brunberg, T. 2010. Bränsleförbrukningen i skogsbruket. 12 s.
Nr 722	Brunberg, T. 2010. Rätt begrepp. 25 s.
Nr 723	Löfroth, C. & Svenson, G. 2010. ETT – modulsystem för skogstransporter – Delrapport för de två första åren. 130 s.

Nr 724	Rytter, L. & Lundmark, T. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens projekt 30658. Trädslagsförsök med inriktning på massaproduktion. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 24 s.
Nr 725	Rytter, R.M. & Högbom, L. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens Projekt 30659. Markkemi och fastläggning av C och N i produktionsinriktade bestånd med snabbväxande trädslag – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species. 64 s.
Nr 726	Brunberg, T., Eliasson, L. & Lundström, H. 2010. Skotning av färsk och hyggestorkad grot. 15 s.
Nr 727	Enström, J. 2010. Inlandsbanans potential i Sveriges skogsbränsleförsörjning.
Nr 728	Häggström, C. & Thor, M. 2010. Human factors in forest harvester operation.
Nr 729	Westlund, K. 2010. WP-5100 Alternative logistics concepts fitting different wood supply situations and markets.
Nr 730	von Hofsten, H. Jämförelse mellan CeDe stubbrytare och Pallari 140. 9 s.
Nr 731	Berg, R., Bergkvist, I., Lindén, M., Lomander, A., Ring, E. & Simonsson, P. Förslag till en gemensam policy angående körskador på skogsmark för svenskt skogsbruk 18 s.
Nr 732	Jönsson, P. 2010. Stolar och armstöd – Ergonomisk granskning enligt Euroean ergonomic and safety guidelines for forest machines. 37 s.
<b>År 2011</b>	
Nr 733	Rytter, L., Johansson, T., Karačić, A., Weih, M. m.fl. 2011. Orienterande studie om ett svenskt forskningsprogram för poppel. 210 s.